

MASTER

MULTIMEDIA - INTERACTIVE MUSIC AND SOUND DESIGN

"Around Mind Reflections": Exploração da sensação de presença no contexto de instalações artísticas interativas"

Gonçalo João Figueira dos Santos

M

2019

PARTICIPATING FACULTIES:

FACULTY OF ENGINEERING

FACULTY OF FINE ARTS

FACULTY OF SCIENCES

FACULTY OF ECONOMICS

FACULTY OF ARTS



**“Around Mind Reflections” : Estudos de
presença em ambientes imersivos site-
specific, com recurso a altifalante
paramétrico**

Gonçalo Santos

Mestrado em Multimédia da Universidade do Porto

Orientador: João Beira (PhD)

Coorientador: Eduardo Magalhães (PhD candidate))

Junho de 2019



© Gonçalo Santos, 2019

“Around Mind Reflections” : Estudos de presença em ambientes imersivos site- specific, com recurso a altifalante paramétrico

Gonçalo Santos

Mestrado em Multimédia da Universidade do Porto

Aprovado em provas públicas pelo Júri:

Presidente: Gilberto Bernardes

Vogal Externo: Filipe Lopes

Orientador: João Beira



Resumo

A presente dissertação estabelece relações entre os termos sensação de presença, o sistema preceptivo e ambientes imersivos *site-specific*. Num formato *practise based research*, desenvolveu-se o desenho de um ambiente imersivo, mediante os próprios condicionalismos do espaço, com recurso a um altifalante paramétrico. Desta forma, pretende-se investigar possíveis fatores que possam influenciar a sensação de presença e o nosso sistema preceptivo.

Palavras Chave: Presença, interatividade, imersão, altifalante paramétrico, ambientes virtuais imersivos

Abstract

This dissertation establishes relationships between the terms presence sensation, the perceptual system and site-specific immersive environments. In a practice-based research format, it is intended to design an immersive environment, through the constraints of the space itself, using a parametric loudspeaker. Thus, we intend to investigate possible factors that may influence the feeling of presence and our perceptual system.

Keywords: Presence, interactivity, immersion, parametric speaker, immersive virtual environments

Agradecimentos

Aos meus pais, são o meu porto seguro.

A minha irmã pelo apoio e dedicação.

Aos meus amigos Tiago, Cláudia, Telma, João Roxo, Carolina, Maria, David, Afonso e Ricardo pelo apoio e presença nesta fase.

Aos meus colegas Marcelo, Paulo, Ivo, Rita, Joana e Guilherme, pelo companheirismo e longas horas de trabalho durante estes dois anos.

Ao Rui Dias pela interesse e oportunidade de partilha deste projeto com os alunos da ESART.

Ao Carlos Matos pela cedência do espaço da instalação,

Ao meu coorientador Eduardo Magalhães por todo o apoio,

ao meu orientador João Beira,

aos professores Rui Rodrigues, Gilberto Bernardes pela paciência,

a toda a minha restante família,

e por fim, mas não menos importante à Ana Maria.

Muito obrigado a todos!

Índice

1. Introdução.....	1
1.1 Contexto e Motivação	1
1.1.2 Contribuições Esperadas	1
1.2 Problema(s), Hipótese(s) e Objetivos de Investigação	1
1.3 Metodologia de Investigação	2
1.4 Estrutura da Dissertação.....	3
2. Contextualização	5
2.1 Introdução	5
2.2 Presença e Imersão	5
2.2.1 Imersão	5
2.2.2 Presença ou Sensação de Presença	6
2.3 Instalações Artísticas <i>Site-Specific</i>	10
2.4 Resumo ou Conclusões	12
3. Implementação	15
3.1 Primeiros Passos	15
3.2 Around Mind Reflections - Conceito.....	16
3.3 O espaço “BlackBox:01”	17
3.3.1 Condicionaisismos do Espaço.....	18
3.4 Desenho da instalação	19
3.4.1 Alteração do meio/espço.....	20
3.4.2 Desenho do objecto “tri:0.1”	21
3.4.3 Desenho de Luz	23
3.4.4 Posicionamento das fontes luminosas	26
3.4.5 Protocolo DMX 512 / Conectividade	27
3.4.6 Interação utilizador-luz-meio	29
3.4.7 Cor/ Forma.....	33
3.4.8 Desenho de Som	34
3.4.9 Posicionamento das fontes sonoras	37
3.5 Interação utilizador-som	38
3.5.1 Esquematização final da instalação	42
4. Avaliação da Sensação de presença e do desempenho da instalação	45
4.1 Questões introdutórias.....	46
4.2 Questões sobre interactividade/mecanismo de controlo	48
4.3 Questões de Avaliação da “Sensação de Presença” e imersão no espaço	51
4.4 Questões referentes ao uso do altifalante paramétrico.....	55
4.5 Avaliação da Experiência.....	58
4.6 Discussão de Resultados	59
5. Conclusões e Trabalho Futuro.....	62
5.1 Satisfação dos Objetivos	62
5.2 Trabalho Futuro.....	62
6. Referências.....	63
7. Anexos	65

Lista de Figuras

Figura 1 - Sheridan Precense Diagram (Adaptado de Sherman & Craig, p. 9).....	8
Figura 2 - Zelter AIP cube, adaptado de Sherman & Craig, p. 9)	9
Figura 3 - Experimental determination of presence, learning efficiency and performance. (Sheridan, Simpson, R.W.,1979).....	9
Figura 4 - Ed Kienholz ,Memorial de Guerra Portátil, 1968	10
Figura 5 - Luxate - João Beira 2017	11
Figura 6 - O poço , Jonatan Saldanha, 2017	11
Figura 7 - Fábrica da criatividade, Castelo Branco (fotografia do autor).....	17
Figura 8 - BlackBox 0:1 (Fotografia do autor).....	18
Figura 9 - Dimensões da blackBox 0:1 (Modelo 2D criado pelo autor)	19
Figura 10 Reflexão da luz branca em objetos de cores diferentes (adaptado de FAGANELLO G. 2015)	19
Figura 11 - Milgram, P., & Kishino, 1994- Continuum Realidade-virtualidade.....	21
Figura 12 Desenho do objecto "tri:01"	22
Figura 13 Construção da estrutura do objecto “tri:01”	22
Figura - 14 Padrão projetado para o interior das estruturas do objecto "tri:01"	23
Figura - 15 Fotografia do interior do objecto "tri:01" depois de terminado.....	23
Figura 16 - Fios de ligação entre o painel 1 e o painel 2 do objecto "tri:01"	23
Figura 17- Montagem do objecto "tri:01"	23
Figura 18 - Beam 7r 230 sharp (fotografia do autor)	24
Figura 19 - Led par RGBW 120W (fotografia do autor).....	24
Figura 20 - Lâmpadas U.V Eurolite (Fotografia do autor).....	25
Figura 21 - Máquina Fumo Ibiza 1200w (Fotografia do Autor)	25
Figura 22 - Posicionamento de fontes luminosas no espaço (imagem não à escala)	26
Figura 23 - Conexão Daisy chain de um universo DMX. Adaptado de DMX 101: A DMX 512 handbook, 2008	28
Figura 24 Conexão Daisy Chain dos equipamentos utilizados no projeto	28
Figura 25-Envio de valores da posição x,y,z dos vários membros do utilizador (NI_Mate)	29
Figura 26 - Normalização dos Valores 0-127 (Max/MSP).....	30
Figura 27 - Interação Robótica Inferior com um utilizador.....	30
Figura 28 - Interação robótica inferior com dois utilizadores	31
Figura 29 - Figura ilustrativa da interação utilizador-róbótica superior - meio	31
Figura 30 - Iluminação de sala para orientação do utilizador na entrada e saída do espaço	32
Figura 31 - Iluminação da estrutura “tri:01” com recurso a lâmpadas U.V (Fotografia do autor, no espaço da instalação).....	33
Figura 32 - Cores e formas dos Beams 7r (adaptado do manual de utilizador do próprio equipamento)	33
Figura 33 - Forma e cor escolhida para a robótica inferior (Foto ilustrativa, do autor) .	34
Figura 34 - Forma e cor escolhida robótica superior, incidente no painel de maiores dimensões (fotografia ilustrativa, do autor).....	34

Figura 35 - Forma e cor escolhida r�botica superior, incidente no painel de menores dimensões (fotografia ilustrativa, do autor).....	34
Figura 36 - Radiação de um altifalante convencional face a um paramétrico (adaptado de soundlazer.com, consultado a 20 janeiro de 2018).....	37
Figura 37 - Posicionamento dos altifalantes no espaço	38
Figura 38 - Posicionamento e inclinação de Altifalante Paramétrico	38
Figura 39 - Objecto ambicode~ pertencente à biblioteca ambicode~	39
Figura 40 - Exemplo de espacialização sonora face � posição do utilizador	40
Figura 41 - Exemplo de espacialização sonora face � posição dos utilizadores.....	40
Figura 42 - Exemplo de espacialização sonora face � posição do utilizador	40
Figura 43 - Exemplo de espacialização sonora face � posição dos utilizadores.....	40
Figura 44 - Exemplo de espacialização sonora face � posição do utilizador	40
Figura 45 – Protótipo final de Comunicação da Instalação.....	42
Figura 46 - Protótipo Final 2D da Instalação	43
Figura 47 - Protótipo Final 2D da Instalação	43
Figura 48 - Gráfico de resposta � pergunta: Sabe o que � sensação de presença em ambientes imerssivos?	46
Figura 49 - Gráfico de resposta � pergunta: Sabe o que � imersão em ambientes virtuais?	47
Figura 50 - Gráfico de resposta � questão: Se conhece os termos anteriores (imersão e presença em ambientes virtuais, selecione uma ou mais palavras que possam ter influência nos mesmos.	48
Figura 51 - Gráfico de resposta � responsividade das interações no ambiente	50
Figura 52 - Gráfico de resposta de avaliação do mecanismo de controlo	51
Figura 53 - Gráfico de resposta � questão com a imersão no espaço	52
Figura 54 - Gráfico de respota � credibilidade da movimentação do utilizador no ambiente	53
Figura 55 - Gráfico de resposta acerca da linha de pensamentos do utilizador, durante a experiência.....	54
Figura 56 - Gráfico de resposta acerca do reconhecimento de experiências face ao mundo real.....	55
Figura 57 – Gráfico de resposta � questão sobre o conhecimento do termo altifalante paramétrico	56
Figura 58 - Gráfico de resposta acerca da identificação de um não direcional (visualmente)	56
Figura 59 - Avaliação geral da experiência	58
Figura 60 - Montagem da Instalação 7/6/2019	65
Figura 61 - Montagem da Instalação - 7/6/2019.....	66
Figura 62 - Montagem da Instalação - 7/6/2019	67
Figura 63 - Testes de interação som - 8/6/2019.....	68
Figura 64 - Testes de interação som , 2 - 8/6/2019.....	68
Figura 65 - Testes de interação Luz - 9/6/2019	69
Figura 66 - Testes Interação luz, 2 , 9/6/2019	70
Figura 67 - Instalação em execução - 10/06/2019	71
Figura 68 - Instalação em Execução - 10/6/2019	72
Figura 69 - Instalação em Execução - 10/6/2019	73
Figura 70 - Instalação em Execução - 10/6/2019	74
Figura 71 - Instalação em Execução - 10/6/2019	75

Figura 72 - Instalação em Execução - 10/6/2019	76
Figura 73 - Instalação em Execução - 10/6/2019	77
Figura 74 - Final do primeiro dia da instalação, utilizadores que ficaram para identificar a fonte sonora direcional.....	78

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Resposta aberta à cerca da interactividade do ambiente.....	46
Tabela 2 - Resposta aberta acerca do pensamento do utilizador no ambiente.....	50
Tabela 3 - Resposta abaerta acerca da questão sobre o som direcional no ambiente	53

Abreviaturas e Símbolos

AR	Realidade Aumentada
AV	Virtualidade Aumentada
RV	Realidade Virtual
VE	Ambiente Virtual
DMX 512	Digital Multiplex 512
OSC	Open sound control
RGBW	Red, green, blue , white
U.V	Ultravioleta

1. Introdução

1.1 Contexto e Motivação

A motivação principal desta dissertação passa pela investigação das relações entre a perceção sensorial, o processo imersivo e a presença espacial, com o meio audiovisual.

Como tal, pretendemos através de uma consonância entre a análise teórica das áreas em estudo e o desenho prático sob o formato de instalação artística, construir um ambiente virtual que visa testar a sensação de presença dos utilizadores, e a sua envolvimento com este modo de expressão artística e tecnológica, e ainda fazer uma avaliação da mesma efetuando recolha de dados sobre a participação dos utilizadores.

1.1.2 Contribuições Esperadas

As principais contribuições esperadas com este estudo são a sensibilização para a envolvimento do ser humano neste modo de expressão artística, promover uma interação consciente entre o homem, o panorama audiovisual e o espaço físico, e ainda fazer uma contribuição a profissionais e interessados nestas áreas de exploração.

1.2 Problema(s), Hipótese(s) e Objetivos de Investigação

A problemática presente nesta dissertação centra-se no desenho de um ambiente imersivo, mediante os condicionalismos do próprio espaço, num formato de instalação artística. Esta instalação tem como objetivo estudar e refletir sobre a sensação de presença do utilizador neste tipo de ambientes, recorrendo ao uso de altifalantes paramétricos com o intuito de perceber se estes podem ou não ter influência neste processo.

Introdução

Ao desenhar uma instalação para um espaço, deparamo-nos com uma série de problemáticas associadas: a acústica do espaço e a própria arquitetura são alguns desses problemas que podem influenciar todo o resultado desejado. Sendo este um estudo prático, embora complementado por uma investigação teórica, desejamos fazer uma ponte de ligação entre a teórica e a prática de maneira a tentar responder ou discutir informação referente às seguintes questões de investigação:

- Quais são as principais condicionantes do desenho de um ambiente site-specific, que promova a sensação de presença?
- De que forma a utilização de altifalantes paramétricos pode influenciar a perceção espacial e o nosso sistema perceptivo, num ambiente virtual?
- De que forma podemos medir a sensação de presença dos utilizadores?

Para tal pretendemos explorar várias formas de interatividade na criação de um ambiente virtual imersivo, explorar a criação de objetos físicos, que potenciem uma interação utilizador-objeto e objeto-meio, e a utilização de altifalantes paramétricos como potenciadores da sensação de presença.

Juntamente com o processamento de áudio, o desenho conceptual e a criação de um controlo interativo sobre os *outputs* da instalação, esperamos resolver alguns condicionalismos apresentados pelo espaço, mas também manter o foco nas representações sensoriais importantes para a obtenção da sensação de presença.

Consideramos importante ainda avaliar esta experiência, submetendo um questionário a um número controlado de visitantes, sendo que o nosso foco centra-se em testar com entusiastas, profissionais e estudantes da área.

1.3 Metodologia de Investigação

Esta dissertação segue uma metodologia *practice based research*, onde se pretende através da prática e com os resultados da mesma, obter novos conhecimentos sobre as áreas e as tecnologias envolvidas neste estudo.

Para além do desenho prático de um projeto e da criação de um produto artístico, comecei por fazer uma contextualização teórica sobre as áreas em estudo de forma a familiarizar-me com os conceitos, as práticas e o estado da arte das mesmas.

Introdução

1.4 Estrutura da Dissertação

Para além da introdução, esta dissertação contém mais 7 capítulos. No capítulo 2, é feita uma contextualização teórica e apresentados trabalhos relacionados. No capítulo 3, é referenciado o processo de implementação e desenho do projeto. No capítulo 4, é feita uma avaliação por parte dos utilizadores que experienciaram o projeto. No capítulo 5, são indicadas as conclusões e trabalhos futuros. No capítulo 6 são apresentadas as referências teóricas e por fim no capítulo 7 é exposto um registo fotográfico da conceção ao teste do projeto.

2. Contextualização

2.1 Introdução

O presente capítulo apresenta uma contextualização teórica dos termos imersão, presença e instalações artísticas, centrado nas instalações *site-specific*, pois este estudo projeta e investiga algumas condicionantes deste tipo de instalações.

2.2 Presença e Imersão

2.2.1 Imersão

“The experience of being transported to an elaborately simulated place is pleasurable in itself, regardless of the fantasy content. We refer to this experience as immersion”

(Murray, 1999)

A imersão é definida como um estado psicológico, que se caracteriza pela envolvimento e interação do utilizador num ambiente, que lhe forneça um fluxo contínuo de estímulos e experiências (Witmer, B. G., & Singer, 1998). Esta sensação de estar rodeado de uma realidade diferente daquela que nos rodeia e conseguirmos sentir-nos imersos nesse ambiente, está correlacionada com a quantidade e qualidade representativa

de informação sensorial recriada pelo sistema, que deverá ter a capacidade de isolar a informação do ambiente externo ao ambiente virtual (Steuer, 1992).

Obviamente a imersão é um termo um pouco contraditório e subjetivo, pois encontra-se dependente de vários fatores, não só psicológicos como tecnológicos. Na maior parte dos casos a imersão caracteriza-se pela passagem de um estado mental para outro, no fundo há uma diminuição da distância entre o que é simulado e o utilizador, com o objetivo de aumentar a envolvimento emocional do mesmo (Grau, 2004).

Atualmente é possível experienciar esta sensação em muitas das coisas que fazemos no dia-a-dia. O avanço tecnológico trouxe-nos variados produtos que nos podem proporcionar estas experiências, como videojogos, instalações artísticas, ambientes de realidade virtual, entre muitos outros. Esta capacidade de nos sentirmos imersos acontece porque os nossos cérebros são programados para sintonizar histórias e sensações com uma intensidade que nos pode desviar da realidade (Kubi, 2019).

A imersão surge então quando “a obra de arte e o aparato técnico, a mensagem e o meio de percepção, convergem num todo inseparável.” Por sua vez, a obra de arte, que é percebida como um “objeto estético autónomo”, e por isso poderá desaparecer por um período limitado de tempo. É neste ponto que “estar consciente da ilusão se transforma em inconsciência dela.” Como regra geral, podemos dizer que o princípio da imersão é usado para retirar o aparato do meio virtual da percepção dos observadores, para maximizar a intensidade da mensagem que está a ser transportada. O meio fica invisível (Grau, 2004).

2.2.2 Presença ou Sensação de Presença

A presença ou sensação de presença é definida como a “experiência subjetiva de sentir estar num lugar ou ambiente, mesmo quando um se encontra fisicamente situado dentro do outro”. (Witmer, B. G., & Singer, 1998).

Descendente do termo telepresença, em 1980, no artigo “telepresence”, Minsky¹ descreve que operar máquinas à distância, pode levar a uma sensação de habitar o espaço

¹Marvin Lee Minsky foi um cientista cognitivo norte-americano. A sua principal área de investigação são estudos cognitivos no campo da inteligência artificial.

distante, defendendo que o maior desafio para o desenvolvimento da telepresença é alcançar essa sensação de estar lá” (Minsky, 1980).

Em ambientes imersivos, a capacidade de proporcionar essa sensação de estar lá ao utilizador, exige um cuidado redobrado, uma vez que este se encontra dividido entre a realidade e o mundo virtual. Os seres humanos experimentam vários graus de presença num local físico, (Witmer, B. G., & Singer, 1998), sendo que toda a experiência humana é mediada através dos sentidos biológicos, memórias, valores culturais e tendências políticas, contextos ambientais e linguísticos” (Jerome, L. W., & Jordan, 2007).

Este cuidado redobrado, passa pelo rigor e credibilidade das tecnologias de exibição e interação no ambiente simulado. Estas deverão reproduzir credivelmente as informações sensoriais fornecidas, uma vez que, a sensação de presença verdadeira será experimentada num ambiente simulado, apenas quando a equivalência sensorial e cognitiva é alcançada (Loomis, 2015), não esquecendo que existem outros fatores psicológicos, como doença, estado de espírito, que influenciam esta sensação subjetiva, podendo alterar o “foco” do utilizador.

De facto, quando se experimenta um novo ambiente existe uma grande tendência para que pessoas se sintam mais excitadas e mais focadas na experiência, o que pode possibilitar que estejamos mais conscientes de todo o ambiente à nossa volta (Gary, 1992).

Para tal, *Sheridan*² (1992), propõe três principais determinantes de presença (Figura 1). O primeiro é a extensão da informação sensorial, posteriormente recebida pelo observador em relação a alguma variável saliente de um ambiente imersivo. Ou seja, defende que a presença deve ser tanto maior quanto mais modalidades sensoriais forem estimuladas.

² Sheridan, professor Americano de Engenharia Mecânica e perito em Psicologia Aplicada no Massachusetts Institute of Technology.

O segundo determinante é o controle de sensores dentro de um ambiente, e inclui aspetos como: a capacidade de um observador modificar a modelagem espectral de imagens acústicas em função dos seus movimentos da cabeça ou de modificar a sua perspetiva visual. Por último, a possibilidade de modificar ou deslocar objetos no ambiente, justificando que a "presença perfeita" ocorre quando estes três determinantes independentes da presença são maximizados (Sheridan, 2000).

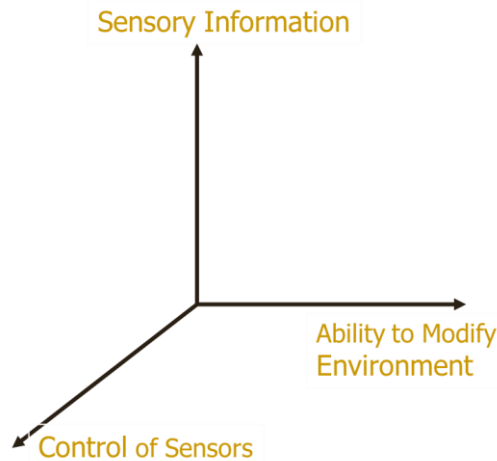


Figura 1 - Sheridan Presence Diagram (Adaptado de Sherman & Craig, p. 9)

No mesmo ano outro investigador criou o *AIP cube* (Figura 2), que faz uma taxonomia entre a capacidade de o utilizador reagir a eventos e estímulos, o grau de acesso aos parâmetros ou variáveis de um objeto e a fidelidade dos estímulos sensoriais (Zeltzer, 1992).

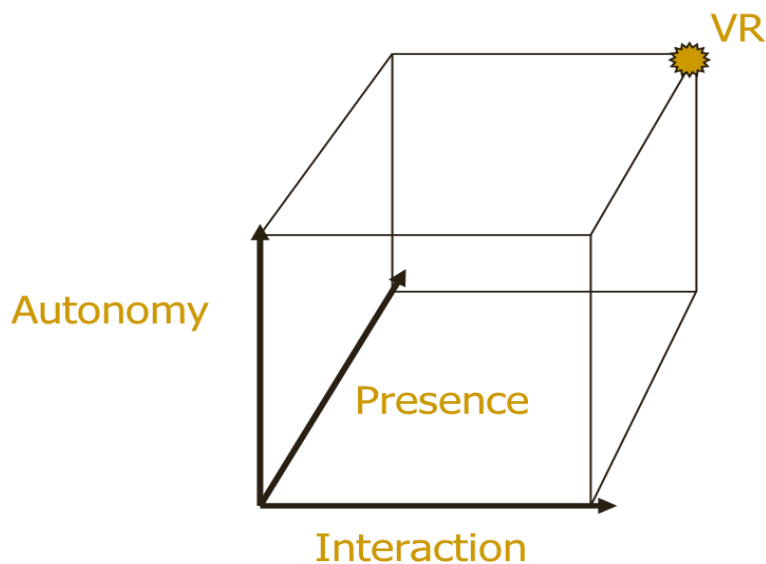


Figura 2 - Zelter AIP cube, adaptado de Sherman & Craig, p. 9)

Assim, fornecendo os três determinantes independentes da presença, existe ainda um desafio maior. Trata-se da obtenção da sensação de presença, medida por meio de uma classificação subjetiva por parte de cada utilizador, pela eficiência objetiva da interação e a *performance* geral da execução das tarefas. (Sheridan, Thomas B.; Simpson, 1979), ver (Figura 3).

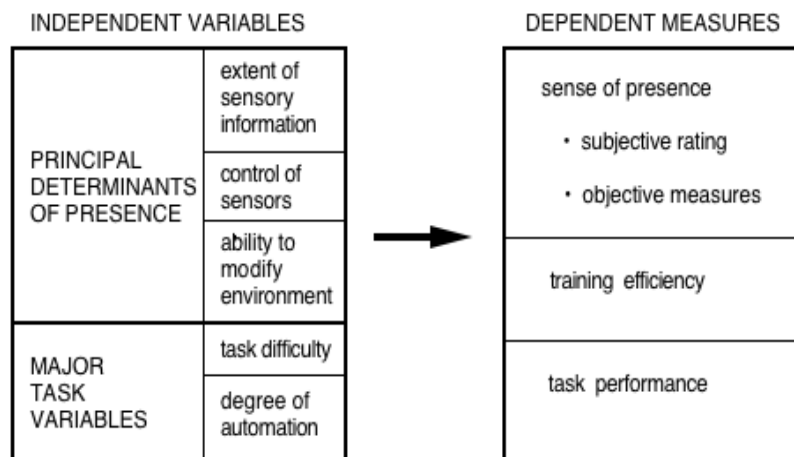


Figura 3 - Experimental determination of presence, learning efficiency and performance. (Sheridan, Simpson, R.W., 1979)

2.3 Instalações Artísticas *Site-Specific*

Site-Specific Art a 'proper' relationship with its location, claiming an 'original and fixed position' associated with what it is.

(Nick Kaye, 2010)

O conceito de instalação artística teve origem no início dos anos 60, na Europa e nos Estados Unidos. Na altura o termo utilizado para este conceito era “ambientação”, e foi usado para catalogar produtos artísticos como “*Memorial de Guerra Portátil*” (Figura 4.)



Figura 4 - Ed Kienholz, Memorial de Guerra Portátil, 1968

Com a chegada dos anos 70, os espaços que até então se dedicavam a receber obras de arte, como a pintura, passaram também a integrar a arte da instalação e todas as suas variantes, como os chamados *site-specific*, termo em inglês que designa obras artísticas especialmente concebidas para certos espaços.

Assim sendo, o termo *site-specific art* define-se como o desenho de uma obra de arte para existir num lugar específico (Evelyn, 2016). Existem bastantes trabalhos realizados nesta temática em que o espaço é um fator determinante para o resultado artístico. Um dos exemplos é o projeto *Luxate*, (João Beira 2016, Figura 5) que explora a percepção da luz e da consciência espacial fazendo uma ponte de ligação com a dança.

Outro exemplar de uma instalação que foi desenhada mediante os condicionalismos do espaço é o *Poço* (Jonatan Saldanha, 2017) onde foi feito o desenho de luz, desenho de som e a projeção de vídeo 3D (Figura 6), permitindo a alteração de um espaço para representação de um poço.

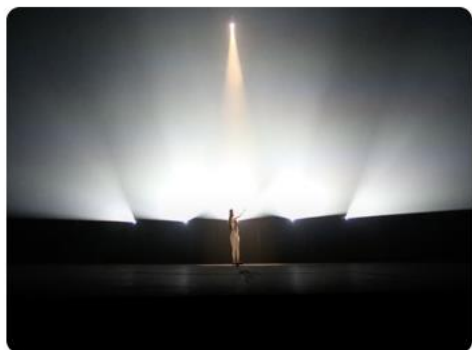


Figura 5 - *Luxate* - João Beira - 2017

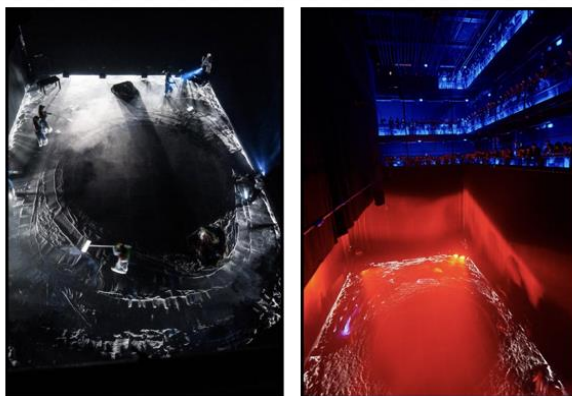


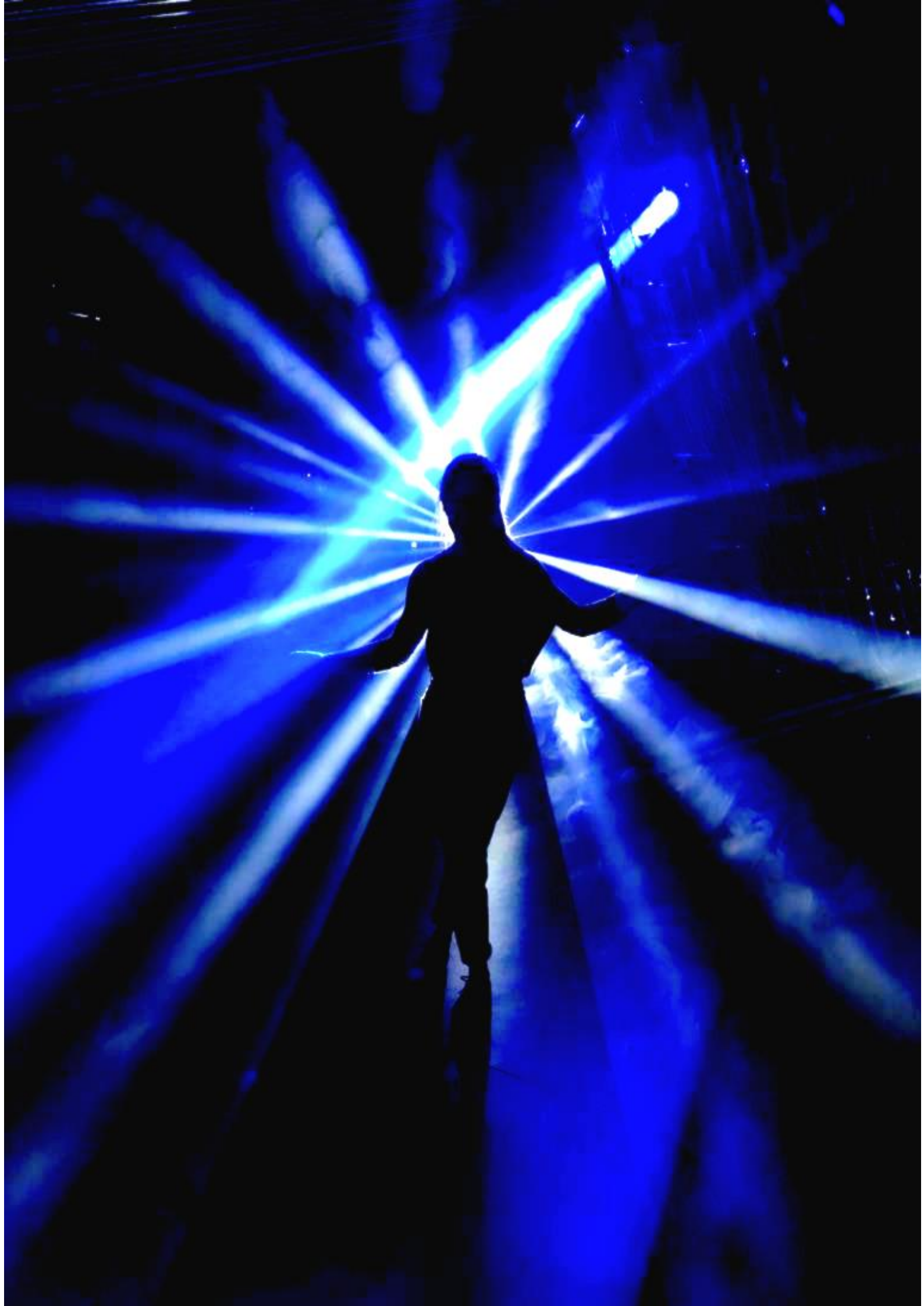
Figura 6 - *O poço* , Jonatan Saldanha, 2017

2.4 Resumo ou Conclusões

O capítulo da Contextualização apresentou um breve apanhado teórico acerca dos termos imersão e presença, apresentando algumas das condições necessárias para o sucesso da criação dessa sensação subjetiva.

Por outro lado, também reúne algumas informações sobre o estado da arte das instalações *site-specific*, e apresenta alguns exemplos de instalações.

É de ressaltar a importância da recolha deste tipo de informação para o desenho conceptual e teórico deste tipo de projetos.



3. Implementação

O presente capítulo inicia-se com uma breve alusão ao projeto que serviu como base ao desenvolvimento deste estudo. O capítulo apresenta detalhadamente os fundamentos e características de cada componente deste projeto e resume todo o processo de criação. Inclui conhecimentos relevantes sobre as tecnologias associadas ao projeto e apresenta ainda uma discussão sobre as dificuldades e decisões tomadas ao longo do percurso.

3.1 Primeiros Passos

“Art cannot change the world, but it can contribute to changing the consciousness and drives of the men and women who could change the world.”

(Marcuse, 1978)

Desde muito cedo que nos encontramos ligados a algumas tecnologias relacionadas com este meio. Iniciamos o desenvolvimento de alguns projetos que tinham a luz e o som como foco desde 2011, mas foi no âmbito da licenciatura que obtivemos o primeiro contacto com o *software* Max/MSP (2013), que nos abriu enormes possibilidades no processo criativo. A linguagem de programação visual deste software permitiu-nos desenvolver competências que fortaleceram a ligação entre a eletrónica e a programação. Ao pensar numa instalação artística, num ambiente virtual, e em tudo o que isto engloba, idealizámos a luz como um dos principais focos de exploração deste trabalho. Já que esta é considerada como um elemento da Vida, que vai além do seu papel de mediador na perceção visual.

Na realidade, a história da Humanidade revela que a capacidade do Humano controlar o fogo tem sido fundamental para a evolução humana e para o desenvolvimento

da tecnologia(Gowlett, 2016). É também alimento para os nossos corpos. Como exemplo disso, a luz solar ultravioleta penetra na nossa pele para ajudar a produzir vitamina D e tem também grande importância na manutenção de nossos níveis de serotonina e na prevenção da depressão (*Vitamin D*, 2012). Ora num projeto que visa a criação de um espaço virtual que testa a presença humana e a sua conciencialização no espaço, faz todo o sentido que a luz seja um dos focos principais, e também devido à sua capacidade de modelação de espaços.

O som, uma área de interesse nosso desde sempre, e a audição, um dos cinco sentidos inerentes ao corpo humano, não poderia deixar de ser outro dos focos principais deste projeto.

Numa fase inicial do desenho da instalação, ainda sem conhecermos o local, e, portanto, sem saber quais os condicionalismos do mesmo, iniciamos o desenvolvimento do conceito artístico da instalação.

3.2 Around Mind Reflections - Conceito

“We [humans] see, hear, touch, taste, smell, balance and are aware of our own existence. As sentient beings, our consciousness and experience of the world are built upon the mediation of our perceptual system.”

(Vicente, 2017)

Todos nós, seres Humanos já vivenciamos dias em que gostaríamos de poder ter um botão que nos desligasse da nossa mente, dias em que somos dominados pelo nosso pensamento e este transforma-se numa espécie de “ruído mental”.

Os nossos pensamentos atuam sobre uma *timeline*, ou pensamos no passado ou no futuro, e esta linha de tempo em que vivemos transporta-nos automaticamente para esta situação. Claramente o pensamento é importante para a nossa existência enquanto seres humanos, no entanto, a utilização livre da nossa mente e o controlo que possuímos sob ela, nem sempre são práticas possíveis de realizar em todos os seres pensantes.

Muitas vezes somos dominados pela nossa mente, e este domínio que a nossa mente têm sobre o nosso corpo, afeta diretamente o nosso sistema preceptivo, uma vez que muitas vezes estamos presentes fisicamente, mas não estamos conscientes da realidade à nossa volta, pois a nossa mente está invadida por esse “ruído mental”.

“O poder de estarmos conscientes de tudo o que está à nossa volta implica uma breve saída dessa *timeline* onde vivemos, e um estado de tranquilidade mental, onde o

barulho mental desaparece, nem que seja por breves instantes, assim que o pensamento volte a dominar o nosso corpo, resta apenas uma lembrança dessa experiência.” (Tolle, 1997).

Neste contexto, *Around Mind Reflexions* faz uma analogia entre a mente Humana e capacidade de controlo que deveríamos ter sob ela, apresentando uma correlação metafórica entre a luz e o som com o nossa mente, pretendendo-se que os utilizadores sejam os responsáveis pelo comportamento de todo o ambiente imersivo.

Pretende-se então que esta interactividade contribua para uma melhor consciencialização física do corpo humano no espaço e ainda explorar a manipulação de fatores externos ao nosso corpo que possam influenciar o nosso sistema perceptivo.

3.3 O espaço “BlackBox:01”

Como referido no primeiro capítulo desta dissertação, o espaço é uma condicionante para estruturar este projeto. Como tal, mesmo organizando mentalmente como iríamos desenhar a instalação, colocam-se bastantes questões que poderiam por em causa todo o processo criativo, assim como a logística e o *hardware* que seria escolhido ou não para criar o projeto. Depois de algumas tentativas de contacto e visitas a vários espaços, encontrámos finalmente o local que pensámos ser o indicado. Este espaço é situado na *Fábrica da Criatividade* em Castelo Branco (Figura 7), e é um espaço intitulado de *BlackBox:01* (Figura 8).



Figura 7 - Fábrica da criatividade, Castelo Branco (fotografia do autor)



Figura 8 - BlackBox 0:1 (Fotografia do autor)

3.3.1 Condicionais do Espaço

Numa primeira visita ao espaço, executámos uma medição das dimensões do mesmo (Figura 9), e obtivemos acesso a algumas informações sobre as condições acústicas da sala.

De facto, a sala foi construída com algumas preocupações a nível acústico, pois contém portas blindadas, isolamento acústico interno nas paredes, lã de rocha, e externamente forradas com um composto de fibra têxtil e tela betuminosa, ambos os materiais com elevadas taxas de absorção sonora (Mannis, 2008). Este espaço permite ainda um *blackout* total, e sendo esta uma sala toda preta como o próprio nome indica, torna-se um meio com ótimas condições para a criação de um ambiente imersivo, uma vez que a cor preta não reflete praticamente nenhuma da luz incidente, (Silva, C.C, & Martins, 1996) como é possível analisar na Figura 10.

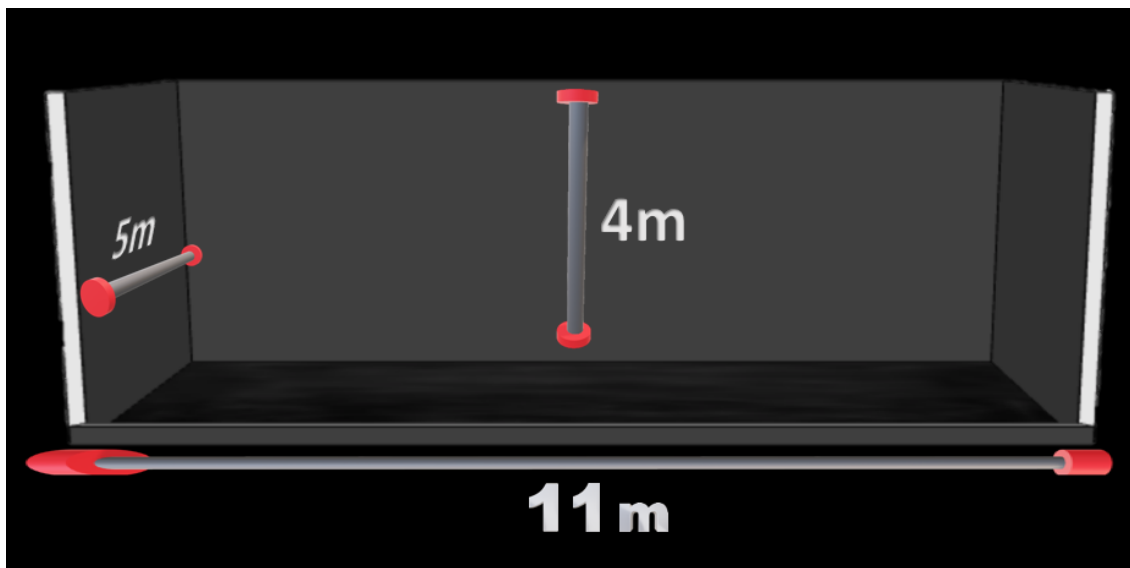


Figura 9 - Dimensões da blackBox 0:1 (Modelo 2D criado pelo autor)

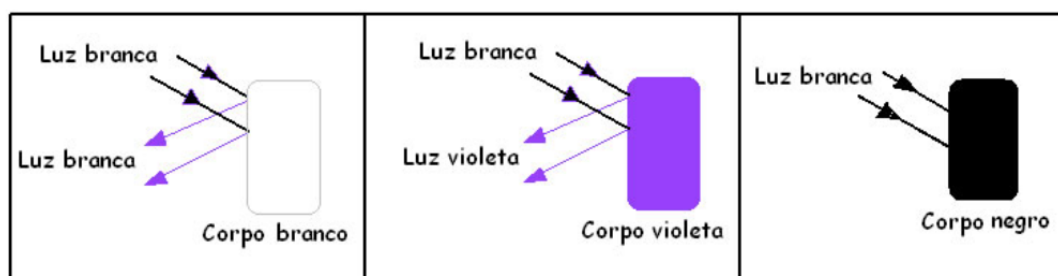


Figura 10 - Reflexão da luz branca em superfícies de cores diferentes (adaptado de FAGANELLO G. 2015)

3.4 Desenho da instalação

Após ter acesso ao espaço e de ver quais as condições possíveis, iniciei então o desenho da instalação. Dividi este processo em três categorias :

- Alteração do meio/espaço

- Desenho de som
- Desenho de luz

3.4.1 Alteração do meio/espço

Our concept of mixed reality is born out of the age of pervasive and ubiquitous computing and its ability to merge the real and the virtual in a unified environment. The space between reality and virtual reality, and the different varying levels between them, is called mixed reality.

(Beira, 2017)

Como referido no capítulo 2, contextualização, existem fatores que condicionam a obtenção da sensação de presença, como por exemplo as memórias adquiridas, contextos sociais entre outros. Com o intuito de potenciar essa sensação, decidi introduzir no espaço um objeto físico, feito de materiais reconhecidos por todos nós, e possibilitar a interação do utilizador com o objeto. Este foi pensado de modo a que sua presença estivesse envolvida no próprio ambiente e ainda permitisse a modelagem do espaço físico.

Sendo que a introdução de elementos físicos num ambiente simulado está relacionada com o conceito de ambientes *Mixed Reality(MR)*, que são definidos como aqueles em que se funde a tecnologia, ou seja o ambiente virtual, com o mundo físico, apresentados juntos num único espaço (Milgram, P., & Kishino, 1994).

Assim, este conceito deu origem à criação do espectro “continuum realidade-virtualidade”, uma taxonomia de exibições de realidade mista (Figura 11). Esse fornece-nos informações fundamentais para entender as complexas ligações entre realidade e virtualidade. O continuum define quatro modos e áreas fundamentais de relacionamento entre o espectador, realidade mista e o meio digital: o ambiente real, realidade aumentada

(AR), virtualidade aumentada (AV) e realidade virtual ou ambiente virtual (RV / VE), (Milgram, P., & Kishino, 1994).

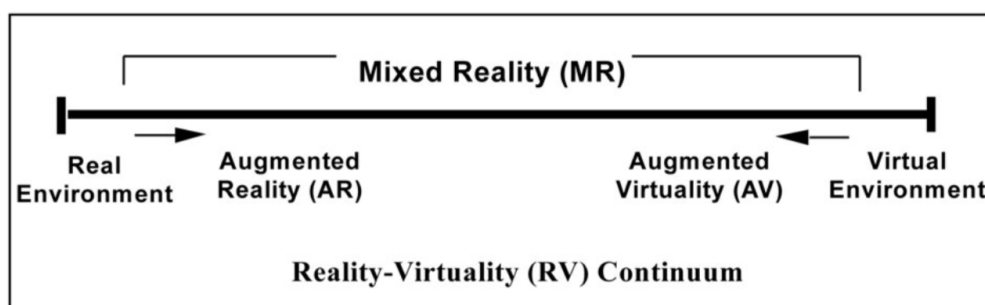


Figura 11 - Milgram, P., & Kishino, 1994- Continuum Realidade-virtualidade

3.4.2 Desenho do objecto “tri:0.1”

Inicialmente começámos por seleccionar os materiais a utilizar na construção do objecto. Em primeiro lugar optámos por vidro espelhado devido à sua capacidade de reflexão de luz. Achámos interessante o utilizador poder interagir com a luz no espaço, essa luz por sua vez com o objeto, e este com o meio.

Outro dos objetivos deste objecto é a limitação da área de interação do utilizador no espaço, pois como descrito no ponto da interação do utilizador, esta está dependente do âmbito de captação do sensor escolhido. Assim sendo, as dimensões e forma deste objecto são então uma relação causa-efeito entre o espaço e a luz e a interação.

Seguidamente analisando o comprimento da sala e estudando a posição do sensor, iniciámos então a projetar o objecto que denominamos de *tri:0.1* (Figura 12).

Este objecto, é composto por dois painéis com uma estrutura de madeira (Figura 13), e no interior dessa estrutura criámos um padrão de vidro espelhado sobre fio de algodão branco, intercalado com corrente galvanizada, (Figura - 14 e 15), ambos relacionados com o conceito artístico da instalação.

A corrente e o fio fazem uma analogia às nossas correntes/linhas de pensamento, posicionadas de forma fixa dentro dos painéis. O vidro espelhado por sua vez simboliza as reflexões constantes que cada um de nós faz, e que neste caso, controlamos com a nossa interação.

O primeiro painel, com 4 metros comprimento e 1,5 metros de largura ficará suspenso no teto com uma inclinação de 45°. O segundo painel, com um comprimento de

1,6 metros e uma largura de 1,5 metros ficará suspenso por fios presos ao primeiro painel, também este com uma inclinação de 45° (Figura - 15Figura **16**Figura - 15).

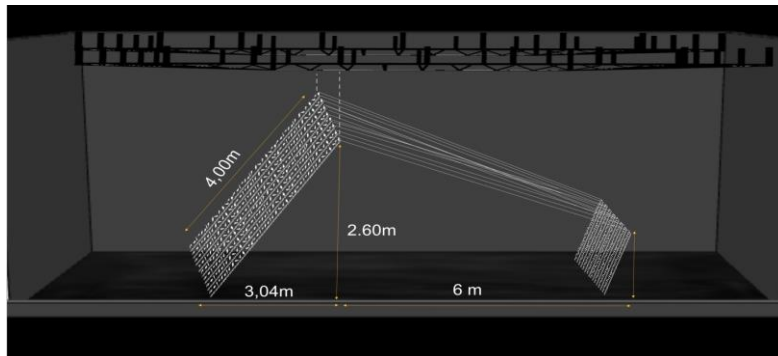


Figura 12 Desenho do objecto "tri:01"



Figura 13 Construção da estrutura do objecto "tri:01"

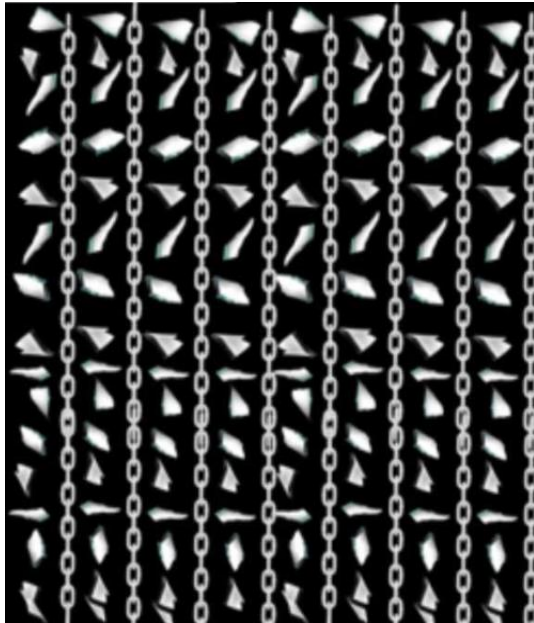


Figura - 14 Padrão projetado para o interior das estruturas do objecto "tri:01"

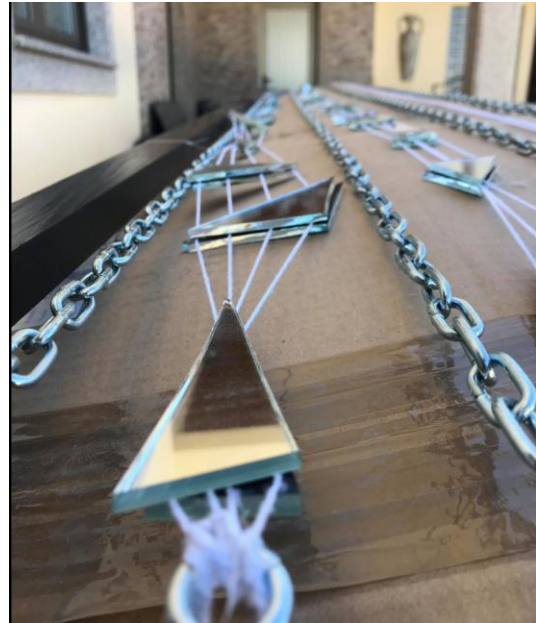


Figura - 15 Fotografia do interior do objecto "tri:01" depois de terminado



Figura 17- Montagem do objecto "tri:01"



Figura 16 - Fios de ligação entre o painel 1 e o painel 2 do objecto "tri:01"

3.4.3 Desenho de Luz

Go inside to greet the light.
(Dalager, 2004)

O desenho de luz é um dos pontos mais importantes na criação deste ambiente imersivo. Para tal, para além da escolha de cores, formas, intensidades e posicionamentos,

a interação da luz com o ambiente tem igualmente um papel muito importante. Assim sendo, dividi-mos a interactividade da luz em três categorias:

- Interação utilizador – luz
- Interação– ambiente
- Interação utilizador - luz – ambiente

Devido às dimensões da sala e do objecto *tri:01*, e ainda derivado à forma de interação desejada, do utilizador com o ambiente virtual e do ambiente virtual com o espaço, foi necessário bastante *hardware* de iluminação.

Como tal, decidi-mos escolher a robótica como meio principal de projecção de luz. Esta não só permite ter controlo sobre o movimento *x,y* da própria luz, num ângulo de rotação de 360° para o *x* e 240° para o eixo do *y*, face à posição inicial, mas também ter um variado leque de cores, formas e funções disponíveis para adaptação ao conceito.

Para o desenho do produto final, optámos então pelas seguintes fontes luminosas e efeitos:

- 2 Led Par RGBW 120w StageLight (Figura 18)
- 6 Beams 7R 230 Sharpy (Figura 19)
- 4 lampadas U.V Eurolite 18w (Figura 20)
- Máquina Fumo Ibiza 1200w (Figura 21)



Figura 19 - Led par RGBW 120W
(fotografia do autor)



Figura 18 - Beam 7r 230
sharpy (fotografia do
autor)



Figura 20 - Lampadas U.V Eurolite
(Fotografia do autor)

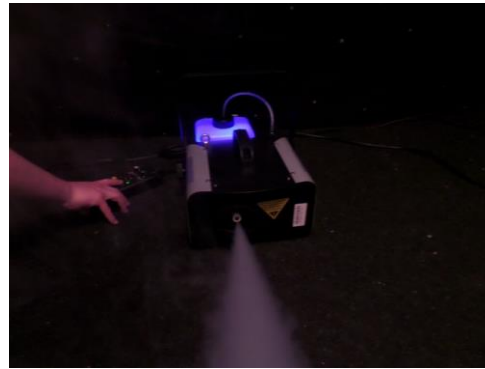


Figura 21 - Máquina Fumo Ibiza
1200w (Fotografia do Autor)

3.4.4 Posicionamento das fontes luminosas

A escolha do posicionamento de cada equipamento luminoso foi planeada segundo a função de interação destes com o meio e com utilizador. O ponto da interação, descreve esta função.

A robótica foi dividida em dois segmentos, quatro destes equipamentos foram colocados nos cantos da sala e os restantes dois suspensos no teto.

As fontes luminosas *Led par RGBAW* e as lâmpadas U.V foram também suspensas no teto, sendo que as primeiras serviam para iluminar a sala assim que os utilizadores saíam da zona de interação, e as segundas apenas tinham uma função estética. Usámos ainda uma máquina de fumo para aumentar a imersividade do espaço. A Figura 22 mostra o posicionamento de todos estes equipamentos.

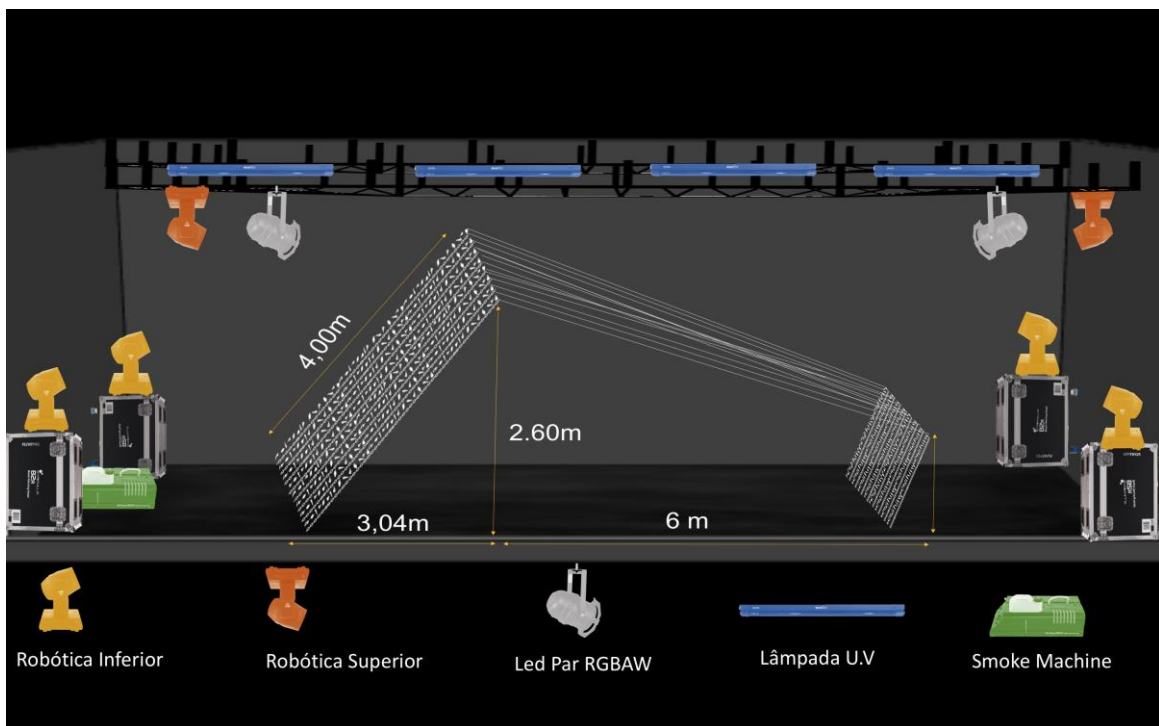


Figura 22 - Posicionamento de fontes luminosas no espaço (imagem não à escala)

3.4.5 Protocolo DMX 512 / Conectividade

DMX é um acrónimo de *Digital Multiplex*, um protocolo de comunicação padrão, usado para controlar remotamente a iluminação e efeitos de palco (Elation Professional, 2008).

Este protocolo foi projetado para fornecer um padrão de comunicação comum entre essa iluminação e outros dispositivos de efeitos especiais, independentemente do fabricante.

O número *512* refere-se ao número de canais de controlo utilizados num segmento de rede de dispositivos, chamado universo (Elation Professional, 2008). Trata-se então de uma ligação inteligente, única, que permite diferenciar vários canais e vários parâmetros dentro de cada canal (um para cada característica como pan, tilt ou cor).

O protocolo *DMX* de um ferramenta de mapeamento de parâmetros, para os respetivos canais *DMX* específicos (Elation Professional, 2008).

A título de exemplo, se um equipamento utiliza 8 canais, cada conexão individual deste tipo de equipamento necessita de utilizar 8 canais *DMX* únicos dentro do universo total de 512 canais. Numa configuração padrão, há vários dispositivos *DMX* dentro da rede. Cada dispositivo possui uma porta de conexão *DMX IN* e *OUT*, que são conectadas através de conectores *XLR* de 3 ou 5 pinos (Elation Professional, 2008).

A partir de uma placa de controlo (ou seja, uma interface com ligação ao computador ou um controlador físico *DMX*), um cabo *XLR* é conectado ao primeiro dispositivo na porta *IN*, outro cabo sai do primeiro dispositivo da porta

OUT para o próximo dispositivo, criando assim uma sequência de conexões, mais conhecida como *Conexão Daisy chain* (Figura 23).

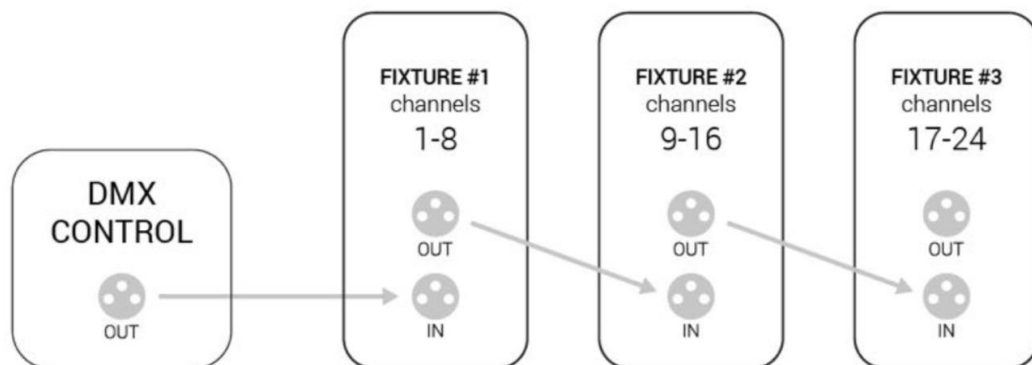


Figura 23 - Conexão *Daisy chain* de um universo DMX. Adaptado de *DMX 101: A DMX 512 handbook*, 2008

Neste projeto utilizei ainda uma interface ENTTEC DMX USB PRO, para fazer então a comunicação entre o *software* e o equipamento, resultando na seguinte sequência apresentada na Figura 24.



Figura 24 Conexão *Daisy Chain* dos equipamentos utilizados no projeto

3.4.6 Interação utilizador-luz-meio

Para o desenho do controlo interativo entre o utilizador e a iluminação, iniciámos por atribuir funções às fontes luminosas. Como descrito anteriormente a robótica é composta por seis unidades, quatro delas posicionadas nos canto da sala e as restantes duas suspensas no teto da sala (rever figura 21).

Para executar a interação entre o equipamento e o utilizador utilizámos o sensor *Kinect v2.0*, controlado através do *software Delicode NI_Mate*. Este, faz um reconhecimento do corpo dos utilizadores, recolhendo as posições dos eixos *x,y* e *z* dos vários membros do corpo (Figura 25). Estes valores, foram então enviados por OSC para o software Max/MSP, onde foi efetuado uma normalização dos valores necessários, de 0 a 127 (Figura 26).

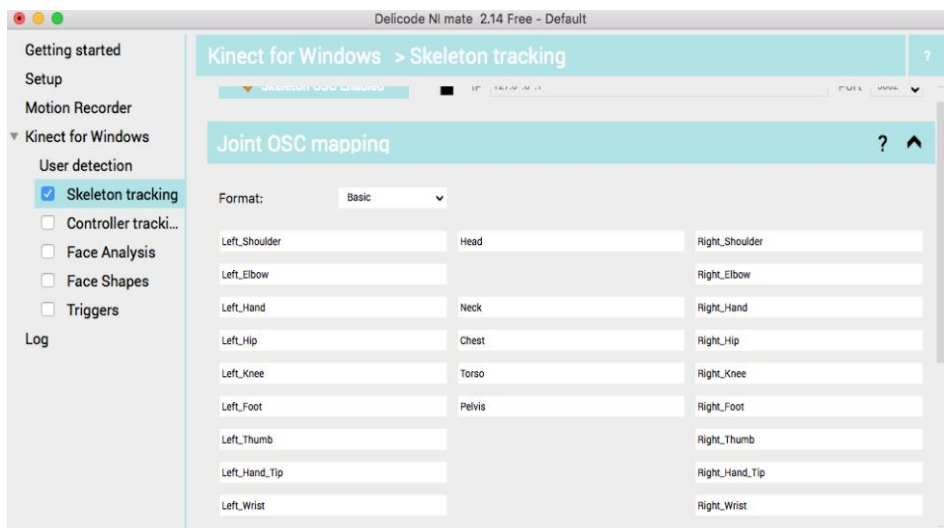


Figura 25-Envio de valores da posição x,y,z dos vários membros do utilizador (NI_Mate)

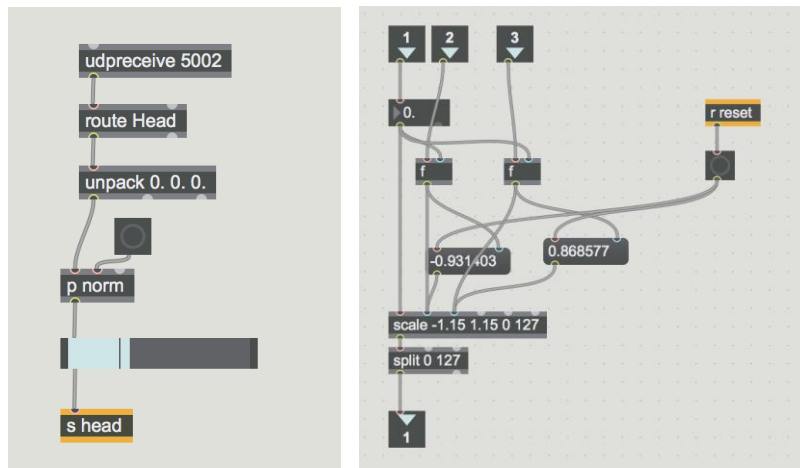


Figura 26 - Normalização dos Valores 0-127 (Max/MSP)

Para o controlo da iluminação decidi utilizar o *software QLC+*, devido à necessidade de programação da função de cada canal dos equipamentos, e este já conter pré-programado essa função para os equipamentos luminosos que estou a utilizar.

Para além disso este *software* permite a receção de informação via OSC e MIDI, o que facilita o processo de comunicação com o Max/MSP.

Neste caso específico, fiz um mapeamento do eixo do *x* da robótica inferior ao torso de um utilizador, recebendo então os valores dos eixos do torso por OSC do *Ni_Mate*, normalizando esses valores de 0 a 127 e enviando por MIDI para o *QLC+*.

O âmbito de valores para cada canal no *software QLC+* é de 0 a 255, mas o protocolo MIDI faz automaticamente a conversão desses valores.

Restringimos ainda o valor mínimo e máximo do eixo do *x* de cada robô consoante as necessidades do espaço.

Esta instalação foi limitada a dois utilizadores de cada vez, devido às limitações espaciais da *Kinect*. Deste modo, se estivesse presente apenas um utilizador, o movimento da robótica inferior atuava consoante a posição *x* desse utilizador, estando o eixo do *y* numa posição estática (Figura 27), e assim que entra-se outro utilizador, era disparado o *trigger* de reconhecimento do segundo utilizador pelo *Ni_Mate*, que por sua vez alterava a receção de valores do eixo do *x*. Assim, ficavam metade destes equipamentos a reagir ao primeiro utilizador e outra metade ao segundo utilizador (Figura 28).

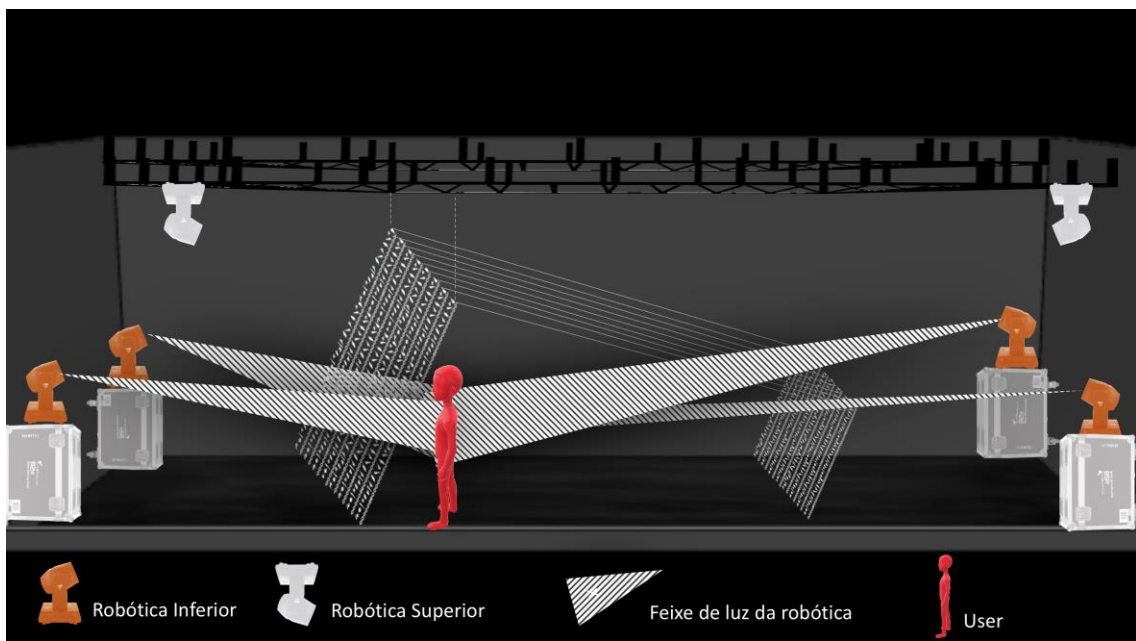


Figura 27 - Interação Robótica Inferior com um utilizador

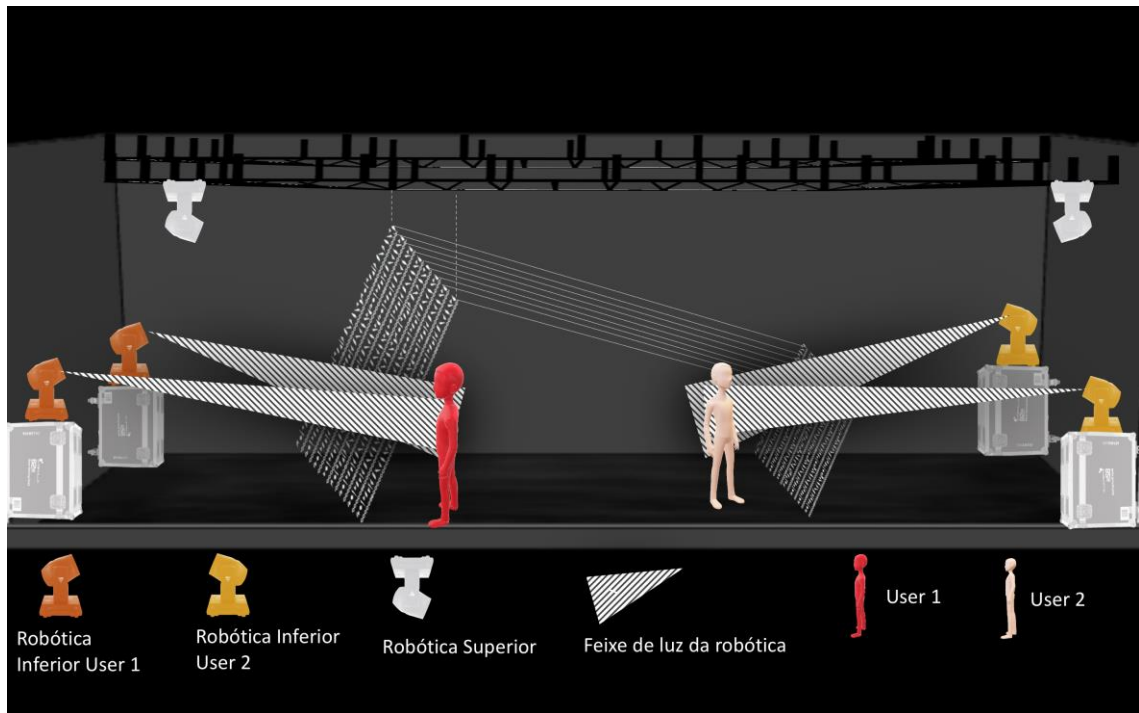


Figura 28 - Interação robótica inferior com dois utilizadores

O processo para a robótica superior foi idêntico, apenas neste caso o valor do eixo do x dos equipamentos estava fixo, e o valor do eixo do y mapeado ao valor x do torso do utilizador, de maneira a que estes dois equipamentos incidissem sobre o objecto *tri:01*.

Este mapeamento tinha como objetivo realçar a interactividade entre o utilizador e a luz, mas também da luz com o espaço, uma vês que, com o movimento do utilizador estes dois equipamentos viajavam no objecto *tri:01*, potenciando variadas reflexões luminosas, feitas pelos espelhos contidos no objecto (Figura 29).

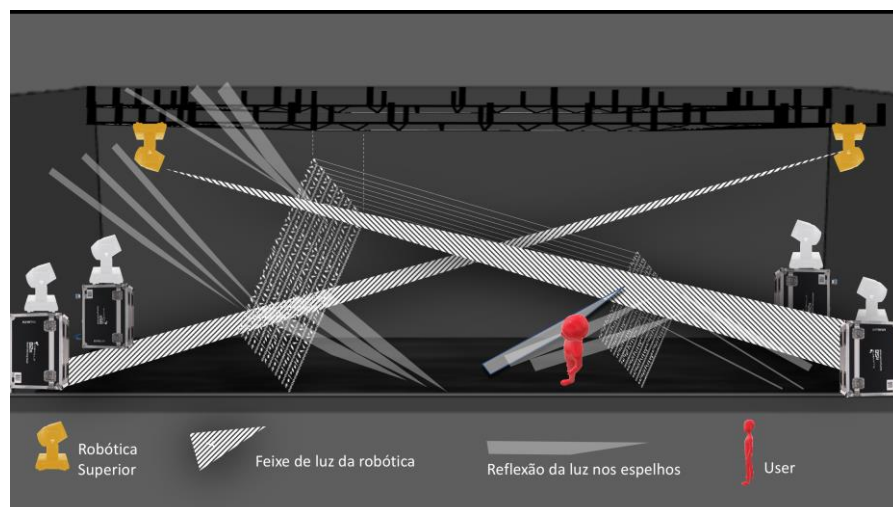


Figura 29 - Figura ilustrativa da interação utilizador-robótica superior - meio

Partindo do ponto de que a sala era completamente escura, houve a necessidade de colocar-mos fontes luminosas que servissem como orientação para o utilizador quando saía da instalação. Isto é, os equipamentos *Led PAR RGBAW* foram utilizados no projeto apenas com o objetivo de iluminar a sala quando não existiam utilizadores a interagir.

Assim que o utilizador saía da zona de interação a robótica desligava e os Led Par RGBAW ligavam (Figura 30) , fazendo um *fade* gradual. Este processo foi programado recorrendo às funções ativação e desativação transmitidos pelo *Ni_Mate*, quando a Kinect detetava a presença do utilizador ou a falta dela.

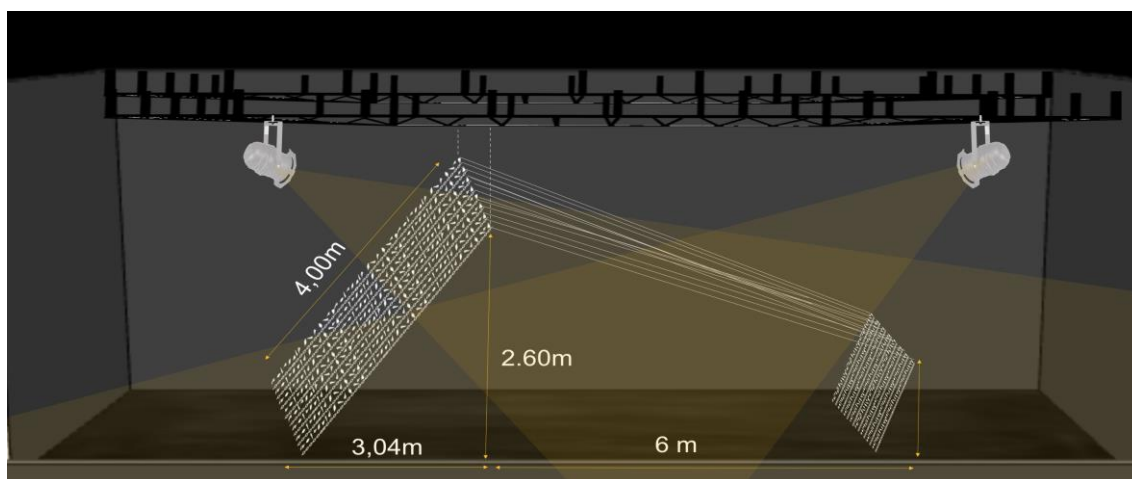


Figura 30 - Iluminação de sala para orientação do utilizador na entrada e saída do espaço

Já as restantes fontes luminosas, *Lâmpadas U.V*, foram utilizadas com um objetivo meramente estético, iluminando toda a estrutura “tri:01”(Figura 31).

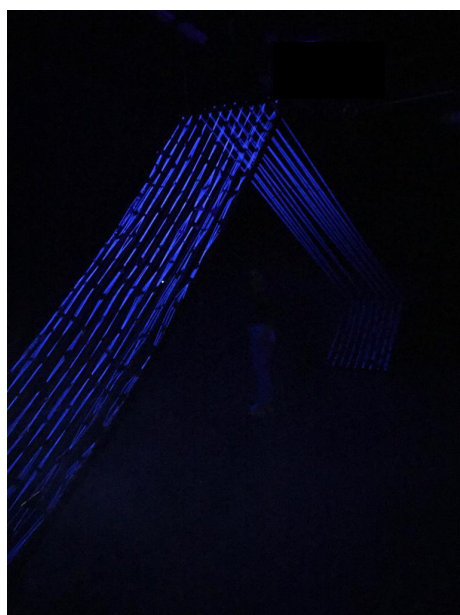


Figura 31 - Iluminação da estrutura “tri:01” com recurso a lâmpadas U.V (Fotografia do autor, no espaço da instalação)

3.4.7 Cor/ Forma

As fontes luminosas utilizadas permitem-nos ter um variado leque de cores, e no caso da robótica também formas, para o desenho de luz, (Figura 32).

Optámos pelo branco para a robótica inferior com o intuito de fazer um contraste com a imensa escuridão da sala, e uma forma mais raiada (Figura 33), para quebrar um pouco a direccionalidade do feixe de luz.

Para a robótica superior, a cor selecionada foi o azul *capri* (Figura 34). Desta forma, escolhemos a mesma forma para o *robô* que incidia sobre o painel de maiores dimensões, e uma forma mais direcional para o painel mais pequeno (Figura 35), de maneira a que o feixe de luz não ultrapassa-se as medidas do painel.

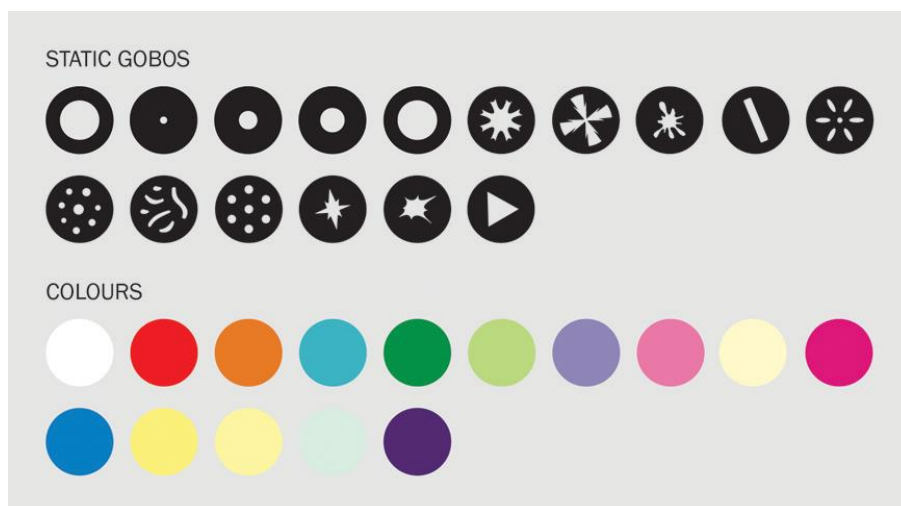


Figura 32 - Cores e formas dos Beams 7r (adaptado do manual de utilizador do próprio equipamento)



Figura 33 - Forma e cor escolhida para a robótica inferior (Foto ilustrativa, do autor)



Figura 34 - Forma e cor escolhida robótica superior, incidente no painel de maiores dimensões (fotografia ilustrativa, do autor)



Figura 35 - Forma e cor escolhida robótica superior, incidente no painel de menores dimensões (fotografia ilustrativa, do autor)

3.4.8 Desenho de Som

I wish there were a better word for communication; I mean by it the tenderness we feel when we recognize and share with another human being a deep, unnamable, elusive emotional shape or shade. That is really what a composer is saying in his music: has this ever happened to you? Haven't you experienced this same tone, insight, shock, anxiety, release? And when you react to a piece of music, you are simply replying to the composer, yes.

(Wright, 1992)

O desenho de som para este projeto, como não poderia deixar de ser, está relacionado com o conceito artístico desta instalação.

“Do som ao tom... à melodia... à harmonia... ao ritmo... à composição... ao desempenho... à escuta... à compreensão... e ao êxtase” (Jourdain, 1998). A música, desde períodos imemoráveis, acompanha a Humanidade no seu trabalho, descanso, prazer, tristeza e felicidade. Como tal, centrando-me no pensamento humano, no processo imersivo e na interactividade utilizador-som, dividi este processo em três categorias:

- Energias positivas
- Energias Negativas
- Voz do pensamento

Na categoria de energias positivas, criámos dois ambientes sonoros onde a temática base para a composição centrou-se no sentimento de tranquilidade.

O primeiro ambiente trata de uma composição com várias camadas sonoras que vão aparecendo e desaparecendo numa linha temporal, onde existe a predominância de uma frequência fundamental.

As camadas sonoras são harmónios descendentes desta frequência fundamental, construindo assim um som de cariz celestial. Este trecho sonoro foi composto num DAW, com recurso a sintetizadores virtuais.

O segundo som desta categoria, foi concebido através do mesmo processo, existindo apenas uma mudança de tonalidade e de instrumento.

Na categoria de energias negativas, compus um trecho sonoro onde existe a predominância de baixas frequências, entre os 30 Hz e os 150 Hz, normalmente associadas a um estado de emoções mais fortes como medo, raiva, ansiedade. Este trecho sonoro foi gerado por síntese sonora em Max/MSP.

Na categoria voz do pensamento, realizámos uma recolha de vários trechos de vozes femininas que gravámos ao longo destes anos noutros projetos. Com estes trechos, produzimos uma composição sonora, que, neste contexto se relaciona com a voz dos nossos pensamentos. A implementação e a importância de todas estes trechos sonoros neste projeto, é explicado no ponto interação utilizador-som.

As fontes sonoras utilizadas neste projeto foram então divididas em duas categorias:

- Sistema *Ambisonics* composto por seis altifalantes (2 Yamanha HS7, 2 Genelec 8010 ap e 2 M-Audio BX5)
- Altifalante paramétrico direcional (soundlazer)

3.4.8.1 Formato Ambisonics

O Ambisonics é uma abordagem de renderização e representação de áudio surround 3D, baseada em representações de uma esfera completa, com canais de transmissão independentes para cada altifalante. (Daniel, 2003). O resultado sonoro é chamado de formato b, e resulta de uma adaptação tridimensional da extensão tridimensional da técnica estereofónica *mid/side*.

3.4.8.2 Altifalantes paramétricos

Os primeiros altifalantes deste tipo foram construídos sob a forma de uma matriz de altifalantes ultrassónicos, com elementos piezo-eléctricos, os quais geravam duas frequências primárias, f_1 e f_2 , com uma amplitude pré-estabelecida. (Westervelt, 1963).

Mais tarde com o artigo *Possible Exploitation of Non-Linear Acoustics in Underwater Transmitting Applications*, foi possível ter uma visão mais elaborada sobre conjuntos de altifalantes paramétricos, onde foi introduzido o conceito de meio envolvente, aproximando esta tecnologia de utilizações mais comuns, uma vez que os altifalantes paramétricos deixavam de estar limitados a gerar exclusivamente um ou dois tons (Bertkay, 1965).

Tratam-se então de altifalantes que possuem um conjunto de transdutores emissores ultrassónicos, que tiram partido de um efeito não linear que ocorre na propagação do som no ar. Desta maneira, é possível reproduzir som numa gama de frequências audível pelo ser humano, com uma grande direcionalidade e a distâncias relativamente elevadas, (Figura 36).

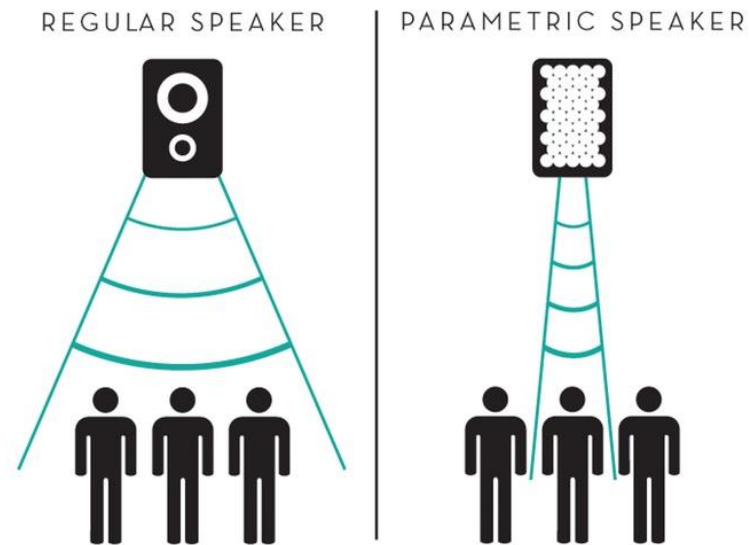


Figura 36 - Radiação de um altifalante convencional face a um paramétrico (adaptado de *soundlazer.com*, consultado a 20 janeiro de 2018)

3.4.9 Posicionamento das fontes sonoras

O altifalantes comuns, que constituem o sistema *Ambisonics*, foram dispostos em forma esférica em redor do centro da zona de interação (Figura 37), todos eles posicionados a distâncias calculadas e a uma altura de 1,20 metros.

O altifalante paramétrico foi colocado estrategicamente na parte inferior do altifalante comum número dois (Figura 37), com uma inclinação propositada de 35° (Figura 38).

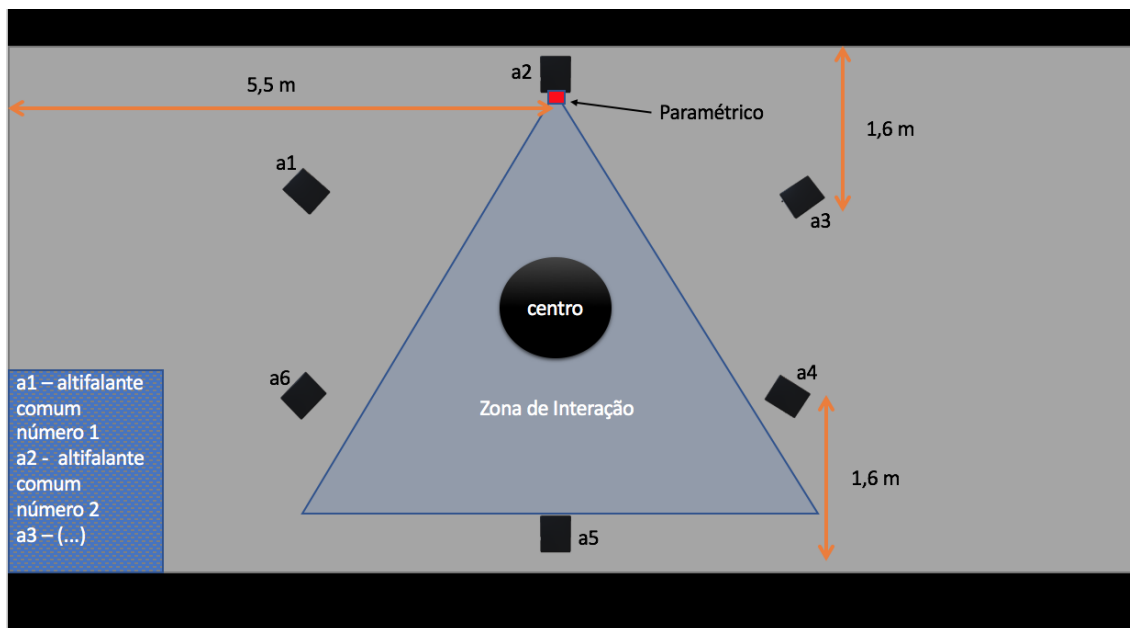


Figura 37 - Posicionamento dos altifalantes no espaço

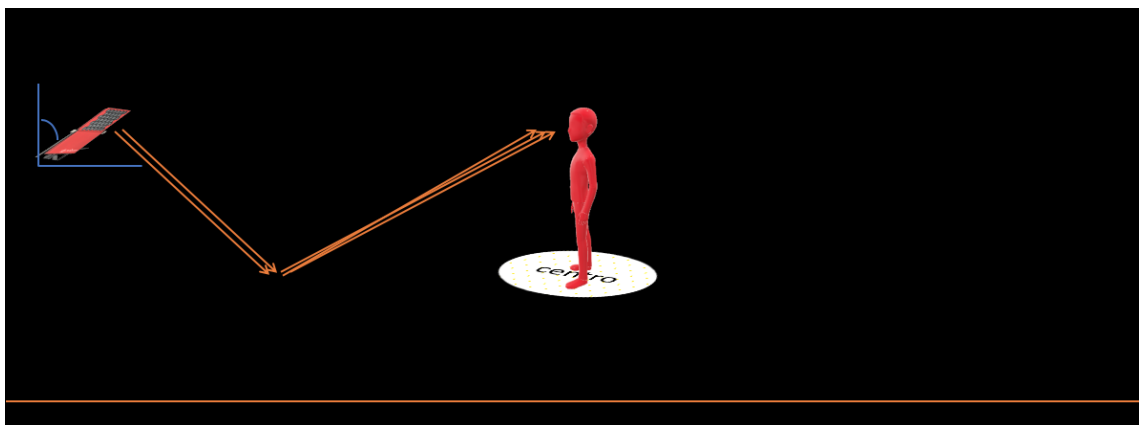


Figura 38 - Posicionamento e inclinação de Altifalante Paramétrico

3.5 Interação utilizador-som

O processo interativo entre o utilizador e o som resulta não só de um controlo sob a espacialização de áudio, mas também da modulagem de efeitos das camadas sonoras.

Para isso, da mesma maneira que foi feito o controlo utilizador-iluminação, utilizámos a *Kinect* para obter valores de posicionamento das mãos e da cabeça do/s utilizador/es.

Assim que um utilizador entre na instalação é dada a ativação pelo *software Ni_mate*. A informação referente à ativação, desativação e posicionamento dos vários membros do corpo do/s utilizador/es é então enviada por OSC para o MAX/MSP.

Neste ponto é feito um escalamento do valor mínimo e máximo dos eixos x, y, z da cabeça e mãos do/s utilizador/s, entre 0 e 1 (valor máximo e mínimo da posição esférica do objecto *ambipanning~* pertencente à biblioteca *ambicode~* para Max/MSP).

Através do uso da biblioteca *ambicode~* é possível então posicionar o som numa esfera 360°, e obter controlo sobre a posição e altura do som (Figura 39).

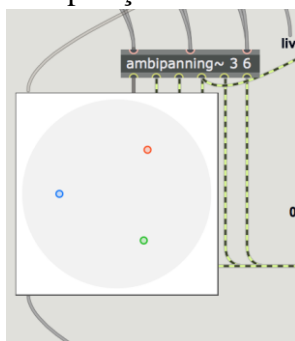


Figura 39 - Objecto *ambicode~* pertencente à biblioteca *ambicode~*

Na existência de um só utilizador, a posição da primeira camada sonora da categoria energias positivas, foi mapeada à cabeça do mesmo, conferindo-lhe assim um controlo sob o eixo do x, y e z .

A segunda camada sonora desta categoria foi posicionada com o eixo do x invertido e um pequeno desvio do eixo do y , face à posição do utilizador.

A categoria energias negativas, camada sonora 3, foi posicionada com o eixo do y invertido e um pequeno desvio do eixo do x face à posição do utilizador. (Figura 40Figura 42).

Quando existem dois utilizadores, a segunda camada sonora passa a ser posicionada de acordo com a posição do segundo utilizador (Figura 41).

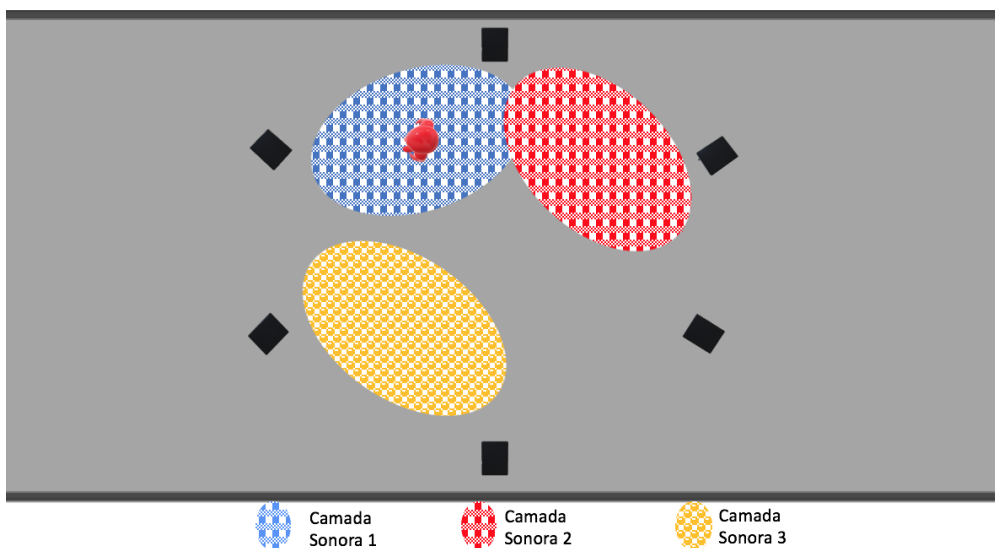


Figura 40 - Exemplo de espacialização sonora face à posição do utilizador

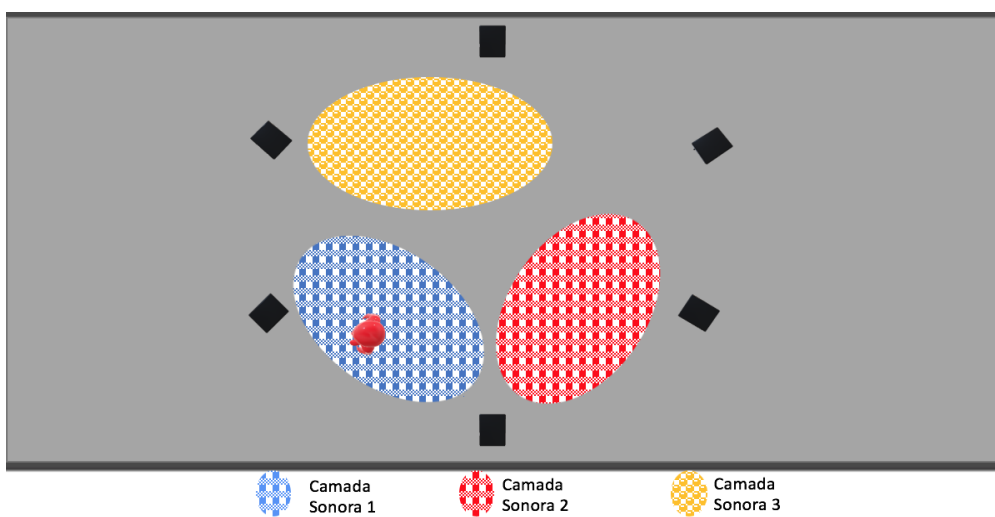


Figura 42 - Exemplo de espacialização sonora face à posição do utilizador

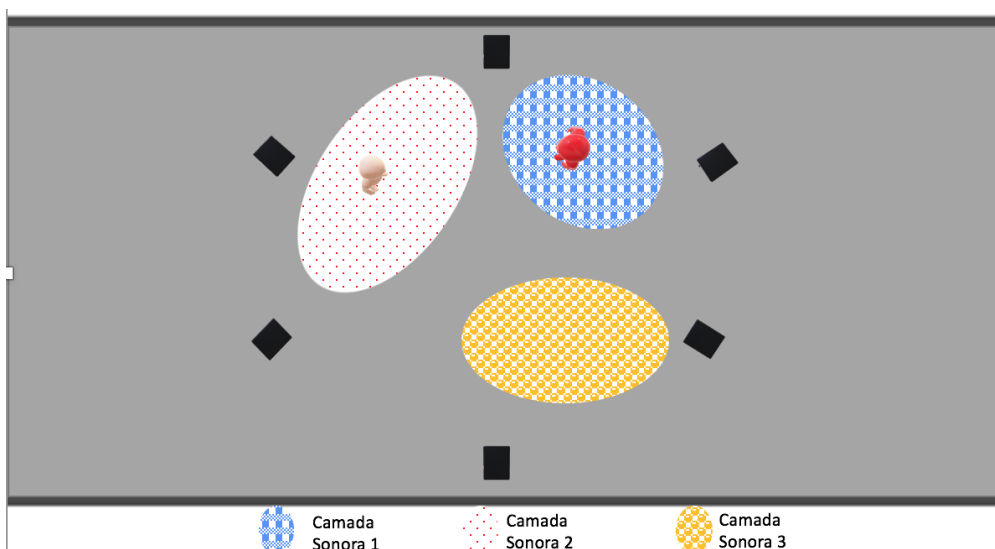


Figura 41 - Exemplo de espacialização sonora face à posição dos utilizadores

Figura 43 - Exemplo de espacialização sonora face à posição dos utilizadores

Como descrito anteriormente, os utilizadores possuem ainda o controlo de efeitos do som que os segue. O eixo do x da mão direita controla o *pré-delay* da reverberação desse mesmo som e o eixo do y controla o Dry/wet. A mão esquerda controla no eixo do x uma modelação de frequência também da reverberação e o eixo do y o *Roomsize*.

Numa fase final foi ainda adicionada uma interação, esta mapeada ao ponto central da zona de interação (do ponto $x = 0-0.2$, $y = 0-0.2$, no objeto ambipanning~) com o objetivo de diminuir o volume de todo o sistema *ambisonics* quando o/s utilizador/es se encontram no centro da zona de interação (Figura 43). Esta interação tem a intenção de dar ênfase à audição da coluna paramétrica, que como apresentado na figura 37, exerce uma reflexão no solo que é focalizada entre o nível do pescoço e da cabeça (dependendo da altura do/s utilizador/es) neste ponto.

Concluída esta interação, foi-nos possível então avançar para o desenho final desta instalação.

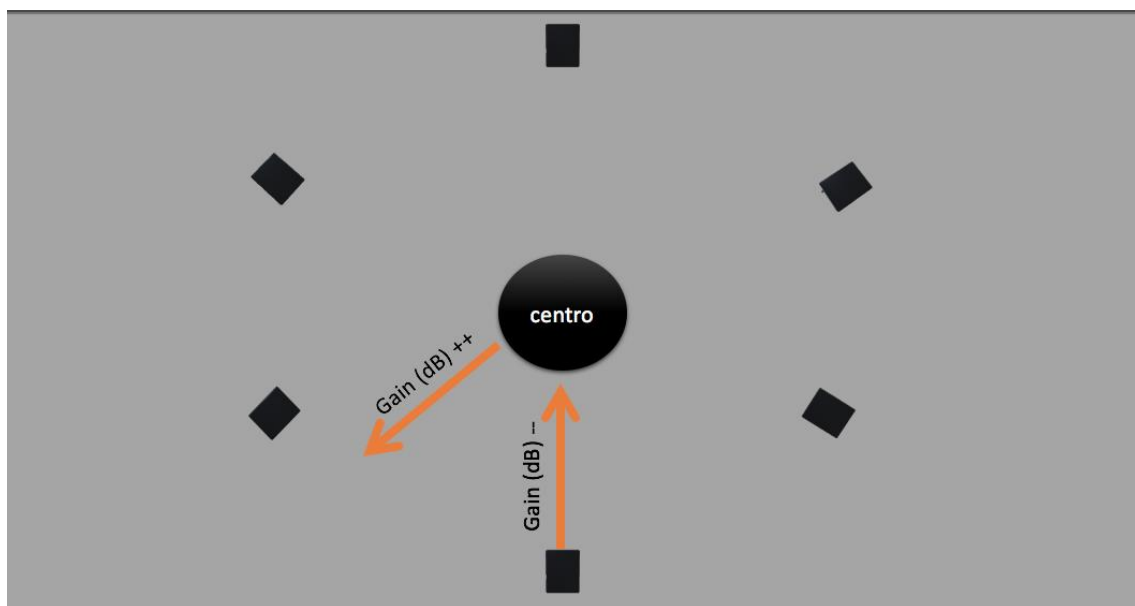


Figura 43 - Figura ilustrativa relação volume/posição face ao ponto central, do sistema *Ambisonics*

3.5.1 Esquematização final da instalação

Concluídos todos os modos de interação, iniciámos então o desenho do protótipo final de comunicação da instalação (Figura 45), onde é apresentado a comunicação entre *software* e *hardware*, e ainda desenhar um protótipo visual em 2D, que nos permite ter uma visão mais abrangente sobre o posicionamento espacial do *hardware* utilizado (Figura 46).

O término desta fase possibilitou o início da fase de avaliação desta instalação e da sensação de presença, com os utilizadores.

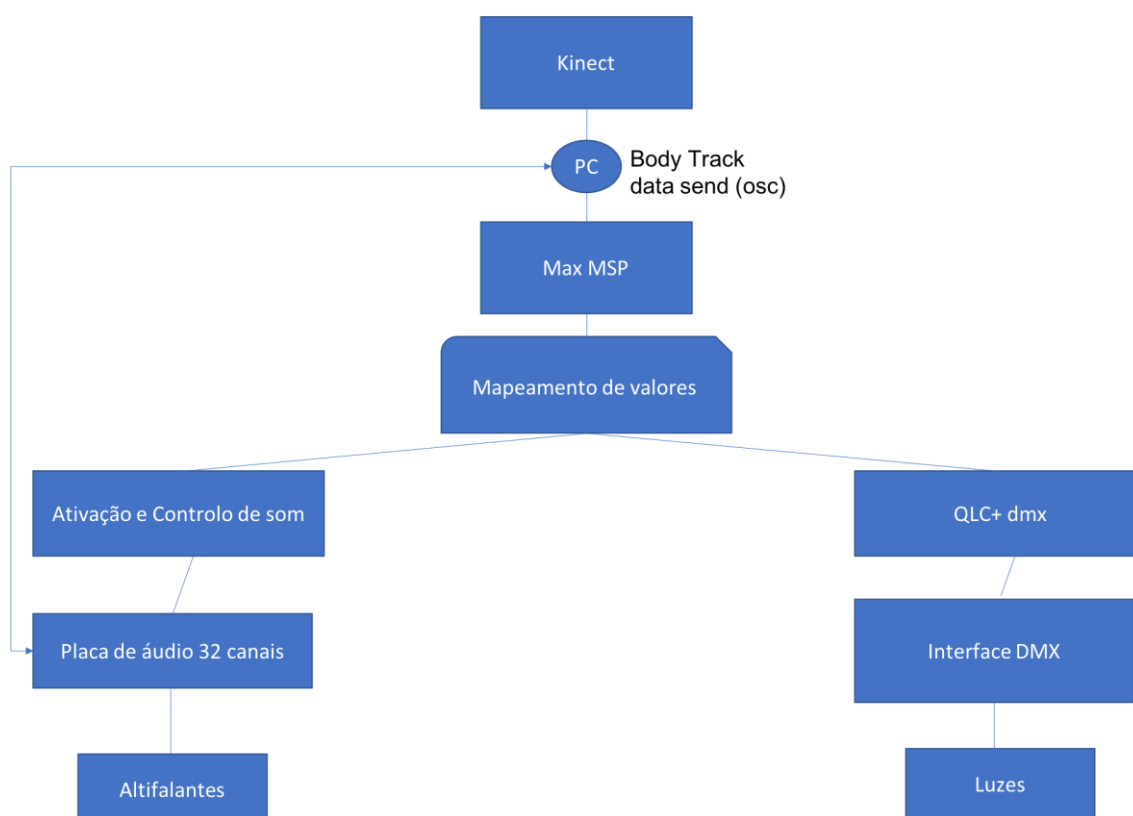


Figura 45 – Protótipo final de Comunicação da Instalação

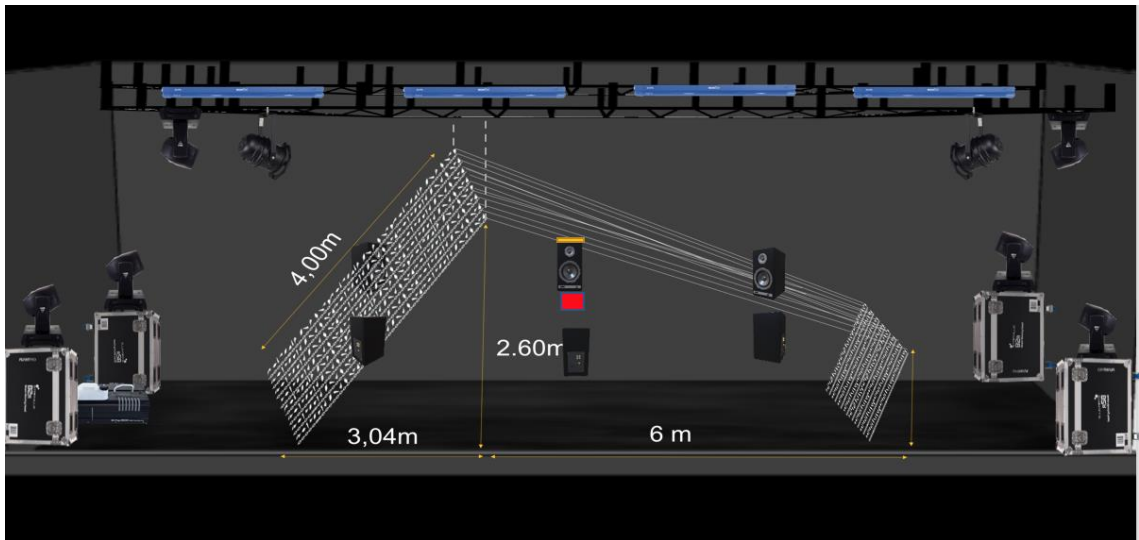


Figura 46 - Protótipo Final 2D da Instalação

4. Avaliação da Sensação de presença e do desempenho da instalação

Este projeto foi sustentado pelo desenho prático de um ambiente imersivo, em formato de instalação *site-specific*, e por uma recolha teórica que serviu como base para contextualização das áreas que lhe estão subjacentes.

No entanto, para avaliar este resultado da convergência entre a teórica e a prática, analisar a sensação de presença dos utilizadores e como ajuda na avaliação do projeto, recorreremos à elaboração de questionários a 17 dos 35 visitantes.

Estes 17 utilizadores, 76,5% do sexo masculino e 23,5% do sexo feminino, tinham idades compreendidas entre os 18 e os 46 anos de idade.

4.1 Questões preliminares

Iniciamos o questionário algumas perguntas de contextualização. A primeira questão, relacionada com o termo “sensação de presença”, pretendia saber a familiaridade

Sabe o que é "sensação de presença" em ambientes imersivos?

17 respostas

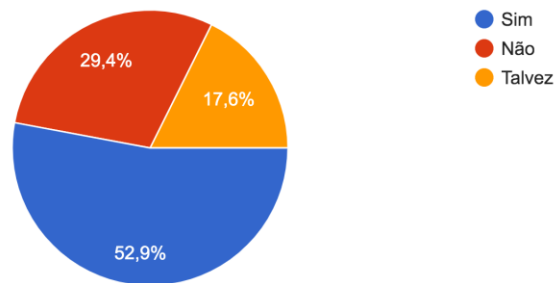
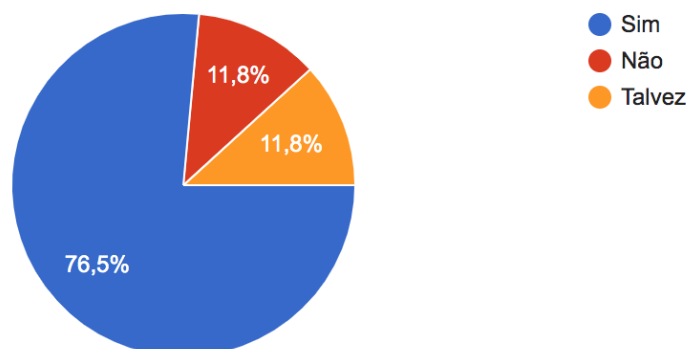


Figura 48 - Gráfico de resposta à pergunta: Sabe o que é sensação de presença em dos utilizadores com o termo, (Figura 48).

De seguida, analisando a importância deste termo em ambientes imersivos, e a sua ligação com o termo sensação de presença, efetuamos uma questão acerca do conhecimento dos utilizadores sobre o termo imersão, (Figura 49), apresentando assim um gráfico de resposta.

Sabe o que é imersão em ambientes virtuais?

17 respostas



Ainda numa perspetiva de análise ao conhecimento do utilizador sobre a área, efetuamos uma questão onde é pedido a estes que selecionem alguns outros termos que possam ser condicionantes para o termo presença e imersão em ambientes virtuais. (Figura 50).

Figura 49 - Gráfico de resposta à pergunta: Sabe o que é imersão em ambientes virtuais?

Se conhece os termos anteriores, escolha uma ou mais palavras que possam ter influência nos mesmos



17 respostas

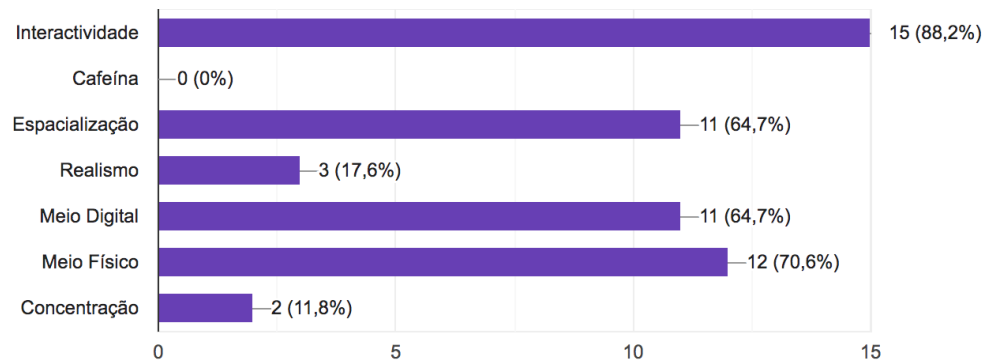


Figura 50 - Gráfico de resposta à questão: Se conhece os termos anteriores (imersão e presença em ambientes virtuais, selecione uma ou mais palavras que possam ter influência nos mesmos.

4.2 Questões sobre interactividade/mecanismo de controlo

Dada a importância da interactividade na obtenção da sensação de presença, e com o intuito de avaliar os mecanismos desenhados por nós, efetuamos algumas questões sobre a interactividade desta instalação.

A primeira pergunta serviu para perceber se o mecanismo tinha sido compreendido pelo utilizador, efetuando a seguinte questão: “Sentiu algum tipo de controlo sob o ambiente? Se sim, descreva em que situação.”, registando 17 respostas abertas (Tabela 1).

Movimentando-me o som alterava-se
O controlo direto do foco da luz contribuiu para uma forte sensação de imersão e atenção centrada no visitante da instalação. O controlo sobre o som, apesar de não ser tão claro, cria o interesse de tentar descobrir o tipo de resposta.
Senti algum controlo do som
Consoante a movimentação corporal e espacial o som modificava a intensidade e "timbre".
Sim , quando me movimentava
Não um controlo direto, mas um controlo no qual as luzes me seguiam conforme o local para onde eu me mexia
Sim, efeitos sonoros, posição do som e iluminação
Sim no som e na luz, quando me movimentava um som seguia-me e a luz também
Controlo sob efeitos e posição do som, e também da luz
Som e luz com a Movimentação
Sim no som e na luz consoante a posição e alterações no som com os braços
Sim, controlo sobre o som e iluminação
Não um controlo direto, mas um controlo no qual as luzes me seguiam conforme o local para onde eu me mexia
A luz com a máquina de fumo torna a sala num ambiente diferente.
Sim ao mudar de posição
Senti que podia fazer o sistema provocar som ao fazer determinados movimentos, apesar de ainda não ser muito linear.
Sim, eu movia-me e as luzes mexiam comigo, tal como os sons.
Total : 17 respostas

Tabela 1 - Resposta aberta à cerca da interactividade do ambiente

A segunda pergunta relacionada com a interactividade, teve o intuito de analisar a responsividade desses mecanismos, propondo essa avaliação ao utilizador, numa escala de 1 – 5, (Figura 51).

Se sim, quão responsivo foram as interações no ambiente?

17 respostas

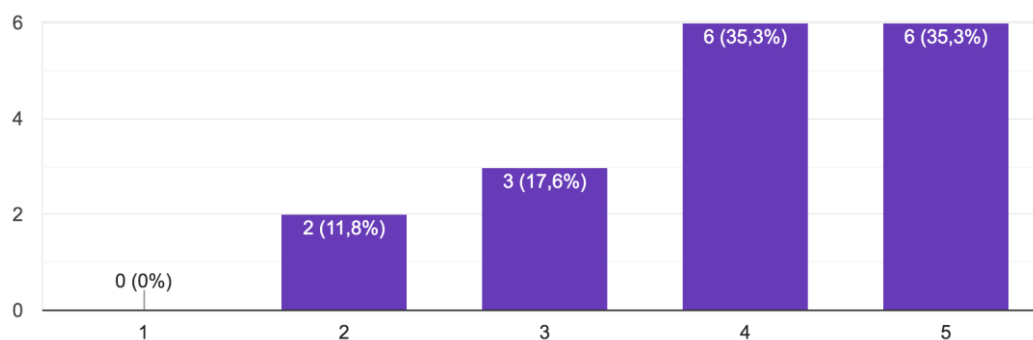


Figura 51 - Gráfico de resposta à responsividade das interações no ambiente

Posteriormente, no sentido de avaliar ainda este mecanismo de controlo, efetuamos uma questão à cerca da credibilidade do mesmo, onde num âmbito de resposta de 1-5, os utilizadores classificaram este mecanismo entre pouco perturbador e muito perturbador, (Figura 52).

Quão perturbador era o mecanismo de controle?

17 respostas

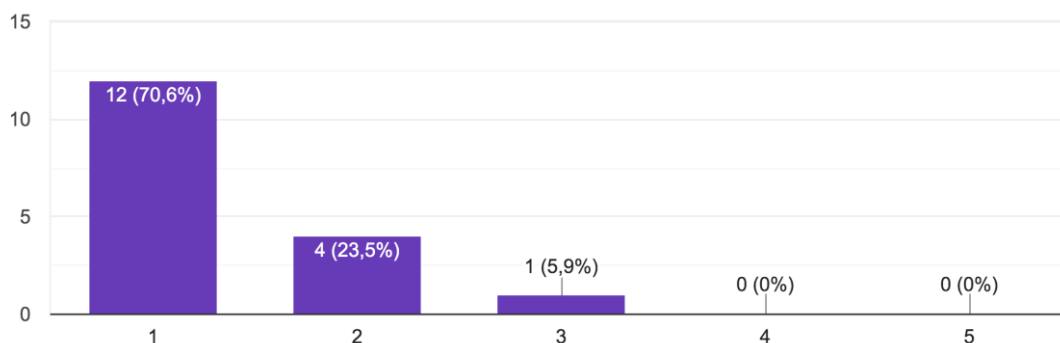


Figura 52 - Gráfico de resposta de avaliação do mecanismo de controle

4.3 Questões de Avaliação da “Sensação de Presença” e imersão no espaço

Como referido por *Eckhart Tolle*³, *o poder de estarmos conscientes de tudo o que está à nossa volta implica uma breve saída dessa timeline onde vivemos, e um estado de tranquilidade mental, onde o barulho mental desaparece, nem que seja por breves instantes, assim que o pensamento volte a dominar o nosso corpo, resta apenas uma lembrança dessa experiência.*” (Tolle, 1997).

No sentido de avaliar esta sensação de estar presente e a imersão de cada utilizador, efectuamos algumas questões, onde a primeira tenta avaliar a imersão do utilizador no espaço virtual (Figura 53).

³ Eckhart Tolle, pseudónimo de Ulrich Leonard Tolle é um escritor e conferencista alemão, residente atualmente em Vancouver no Canadá, conhecido como autor de best sellers sobre iluminação espiritual.

Quão consciente estava dos eventos que ocorreram dentro da sala, que não estavam relacionados com a instalação?

17 respostas

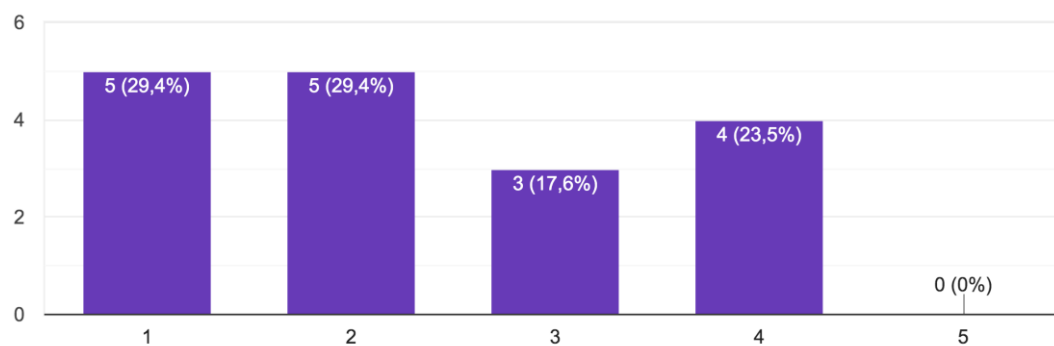


Figura 53 - Gráfico de resposta à questão com a imersão no espaço

Posteriormente, dando importância à capacidade de o utilizador se movimentar livremente pelo espaço, avaliamos numa escala de 1-5 a credibilidade da sensação de movimentação do utilizador no ambiente,(Figura 54).

De facto, a capacidade de utilizador se movimentar livremente pelo espaço e a sensação obtida nessa movimentação, são fatores que podem ter influência na imersão e sensação de presença do mesmo.

Quão convincente foi a sensação de se movimentar pelo ambiente virtual?

17 respostas

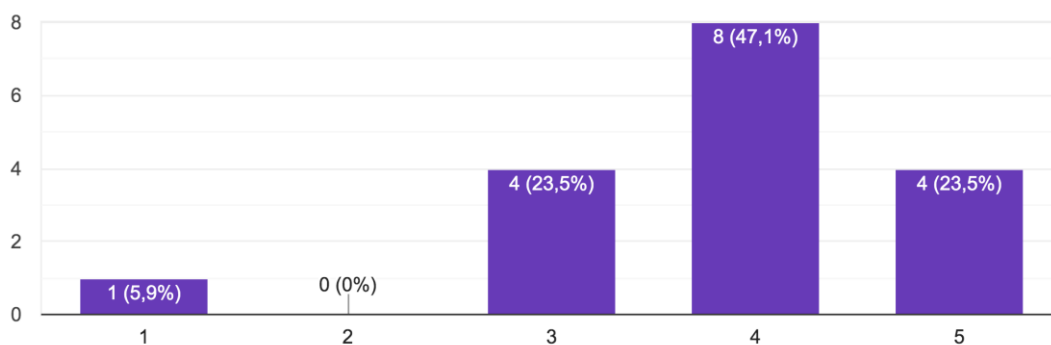


Figura 54 - Gráfico de resposta à credibilidade da movimentação do utilizador no ambiente

Ainda com o intuito de avaliar estes termos de imersão e presença, e fazendo ligação à descrição de presença mental por *Eckhart Tolle*, questionámos os utilizadores acerca da sua linha de pensamentos no ato de experienciar o ambiente. Esta linha de pensamentos, referente a pensamentos externos ao ambiente (Figura 55), e internos ao ambiente (**Tabela 2 - Resposta aberta acerca do pensamento do utilizador no ambiente**).

Durante o tempo em que estive no ambiente, pensei em algum assunto exterior ao mesmo?

17 respostas

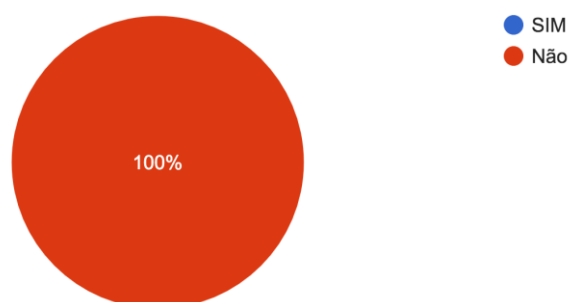


Figura 55 - Gráfico de resposta acerca da linha de pensamentos do utilizador, durante a experiência

E referente ao ambiente pensou em algo ou apenas desfrutou?

17 respostas

Desfrutei
Até certo ponto não, mas depois assim que ouvi o som vindo do chão não parava de pensar onde estava a fonte sonora
Apenas desfrutei
O som vindo do chão intrigou-me não parava de pensar como era possível
Desfrutei, mas o som vindo do chão fez-me estar muito tempo dentro da instalação a tentar descobrir como era feito
Desfrutei
Era muita coisa a acontecer
Desfrutei o máximo
O som direcional não me saía da cabeça
Desfrutei imenso
Desfrutei
Estava completamente imersa na imensidão de luz
Desfrutei bastante
Não me lembro
Desfrutei
Desfrutei
Não

Tabela 2 - Resposta aberta acerca do pensamento do utilizador no ambiente

Por fim, admitindo que toda experiência humana é mediada através dos sentidos biológicos, memórias, valores culturais e tendências políticas, contextos ambientais e linguísticos” (Jerome, L. W., & Jordan, 2007), analisámos a importância de perceber a existência ou inexistência de fatores que ligam o mundo virtual ao mundo real. (Figura 56).

Algumas das experiências no ambiente virtual parece consistente com algumas experiências do mundo real?

17 respostas

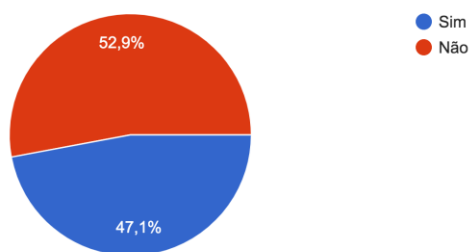


Figura 56 - Gráfico de resposta acerca do reconhecimento de experiências face ao mundo real

4.4 Questões referentes ao uso do altifalante paramétrico

O altifalante paramétrico foi um dos meios tecnológicos utilizados para reprodução sonora neste projeto. Com o intuito de avaliar a sua utilização nestes meios, e perceber se este poderá ter alguma influência sobre o produto do próprio meio, realizamos algumas questões aos utilizadores.

A primeira questão teve como objetivo avaliar a familiaridade dos mesmos com o termo “altifalante paramétrico”, Figura 57. A segunda questão teve como propósito verificar a identificação de um som sem o reconhecimento da fonte sonora visualmente, Figura 58. Na terceira questão, é pedido ao utilizador para caracterizar esse som, caso o tenha identificado, (Tabela 3 - Resposta aberta acerca da questão sobre o som direcional no ambiente

).

Sabe o que são altifalantes paramétricos?

17 respostas

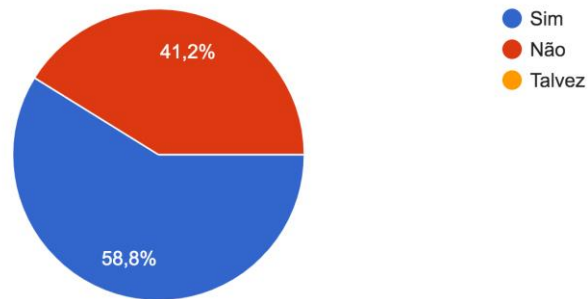


Figura 57 – Gráfico de resposta à questão sobre o conhecimento do termo altifalante paramétrico

Ouiu algum som de uma direção não esperada?

17 respostas

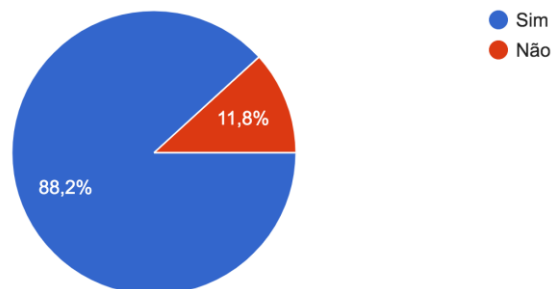


Figura 58 - Gráfico de resposta acerca da identificação de um não direcional (visualmente)

Se sim, faça uma breve descrição desse som e explique o que sentiu.

14 respostas

Um dos sons parecia provir do chão (de uma das marcas da área ativa).
Era uma reflexão de uma coluna híper direcional.
Um som agudo
Quando estava no centro do quadrado da performance, pareceu-me ouvir uma voz feminina, no qual o som parecia vir da fita adesiva, coloca num dos extremos do quadrado, no entanto, mais tarde, foi explicado que o som estava a ser refletido a partir de um altifalante paramétrico.
Voz difusa aparentemente proveniente do chão.
Voz soprana distorcida
Era um som agudo, que se movimentava pela sala dependentemente do sítio onde eu estava
Som a sair de uma fita no chão
Uma voz vinda do chão, com mais ênfase quando me posicionava no centro
Ouvi uma voz aguda a vir do chão, foi muito estranho parecia que me entrava dentro da cabeça
Um som agudo vindo do chão, pareciam vozes . mas mais no centro da instalação
Um som que refletia no chão , no centro da instalação parecia que entrava no meu corpo
Ouvi e no final do questionário vou perguntar o que é porque não paro de me interrogar como é possível
De uma fita cola que estava no chão, fiquei algum tempo a tentar perceber o que se passava

Tabela 3 - Resposta aberta acerca da questão sobre o som direcional no ambiente

4.5 Avaliação da Experiência

Com o propósito de avaliar a experiência, de um modo geral, foi solicitado que os utilizadores classifikassem a experiência numa escala de 1-5 (Figura 59).

Avalie a experiencia de 0 - 5

17 respostas

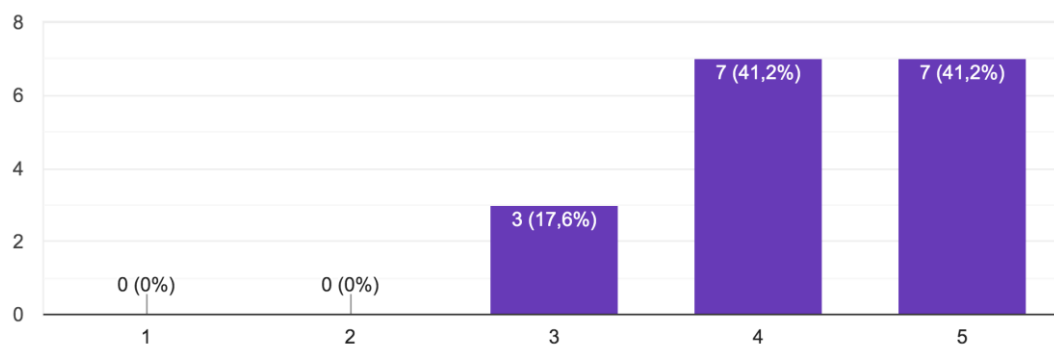


Figura 59 - Avaliação geral da experiência

4.6 Discussão de Resultados

Com este método de recolha de dados foi nos possível fazer uma análise da experiência dos utilizadores neste tipo de produto artístico, enquanto potenciador da sensação de presença, e a utilização de altifalantes paramétricos neste tipo de ambientes, para testar a sua influência neste processo.

Quase 50% dos utilizadores não sabem , ou não têm a certeza do que é a sensação de presença em ambientes imersivos, e 41,2% admite não saber o que são altifalantes paramétricos. No entanto, 100% dos utilizadores admitiu não ter pensado em nenhum assunto externo ao ambiente durante a experiência, sendo que 9 de 17 utilizadores também não pensaram em nada relacionado com o ambiente, apenas disfrutaram dele.

Os modos de interação deste ambiente foram avaliados quando à taxa de responsividade, sendo que numa escala de 0-5, 11.8% dos utilizadores consideraram que o ambiente tinha uma taxa de nível 2, 17.6% de nível 3, 35.3% de nível 4 e 35.3% de nível 5.

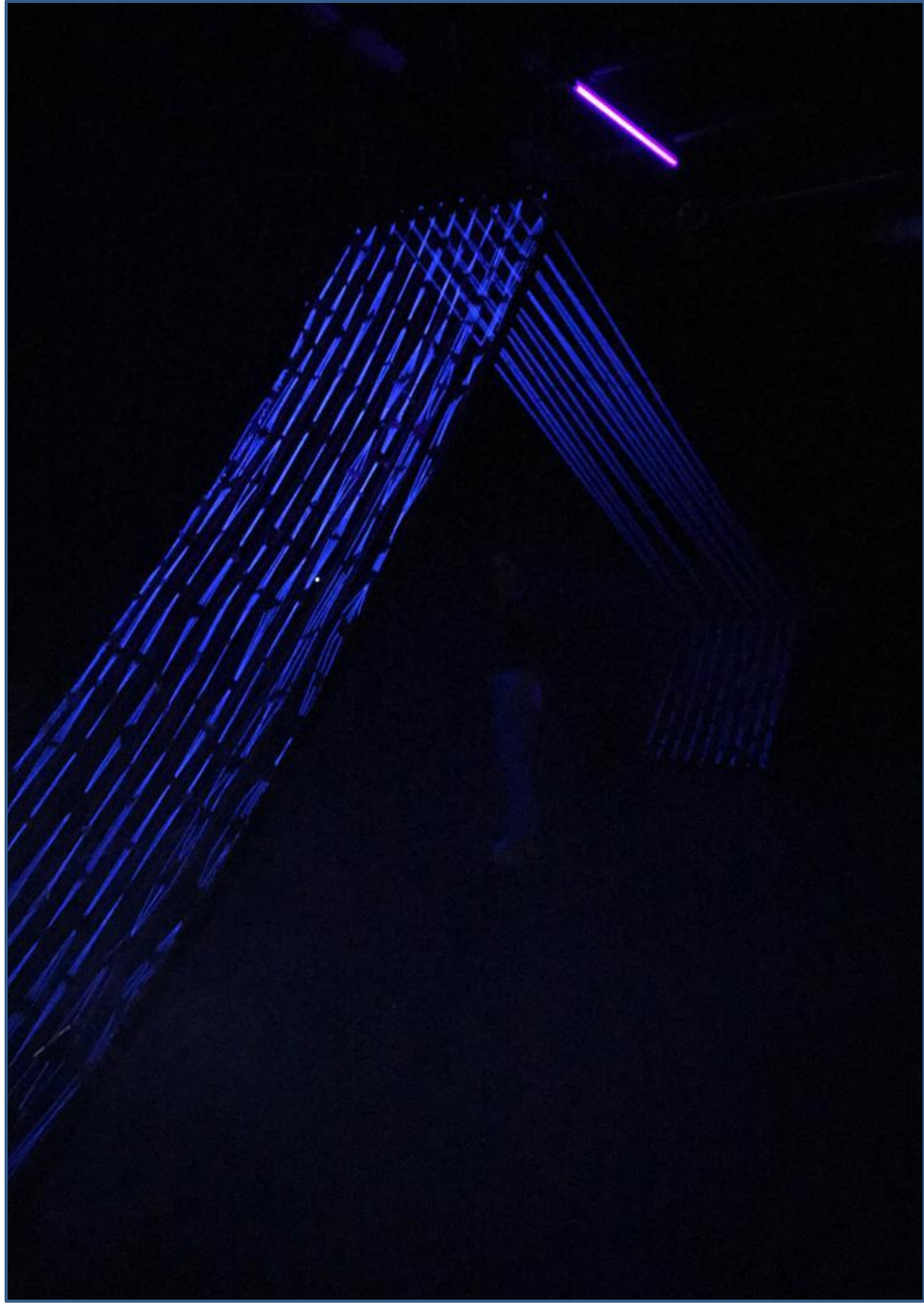
Em relação à utilização do altifalante paramétrico, podemos afirmar que a ilusão sonora por ele provocada, despertou muito interesse a praticamente todos os utilizadores. Alguns até responderam que o som vinha de uma fita cola, que estava colada no chão, a delimitar a zona de interação.

Não posso afirmar que estes influenciam diretamente a nossa perceção espacial, nem o sistema percetivo, mas podemos verificar com algumas das respostas que existiu uma quebra na imersão do ambiente com a descoberta do som direcional, pois alguns dos participantes chegaram a dizer que se esqueceram do resto do ambiente até tentar descobrir a fonte sonora visualmente.

O nosso sistema percetivo funciona com a receção e junção de informação dos vários estímulos sensoriais que nos são intrínsecos, e nós estamos habituados a identificar a fonte sonora não só com a audição, mas com a visão da própria fonte. O facto de o som ser refletido do chão e os utilizadores não conseguirem identificar a fonte visualmente

causou alguma admiração e confusão, como é possível de observar nas respostas ao questionário.

A sensação de presença como descrito no capítulo da contextualização é um processo muito subjetivo, no entanto com a elaboração deste questionário podemos observar que 100% dos utilizadores dizem não terem pensado em mais nada relacionado com o ambiente externo, e que 11 dos 17 participantes não pensaram em nada mesmo sobre o próprio ambiente, apenas desfrutaram.



5. Conclusões e Trabalho Futuro

5.1 Satisfação dos Objetivos

Desde o início deste trabalho que se levantaram uma série de obstáculos e desafios realização do mesmo. A quantidade de *hardware*, ao espaço, à quantidade de processamento de *software*, e à falta de tempo.

O desenho da instalação, o resultado deste desenho e a sua avaliação, trouxeram-nos uma visão diferente da nossa própria visão sobre o projeto. Durante a sua conceção a maneira como ultrapassamos os contratempos e todos os impasses que nos apareciam, fizeram com que nos aproximássemos mais ainda das áreas e nos interessássemos cada vês mais no produto final.

Mesmo assim, num panorama geral estamos bastante contentes com os resultados, não só a nível de conhecimento adquirido das áreas em estudo, ao desafio criativo, mas também pelo *feedback* obtido dos utilizadores.

5.2 Trabalho Futuro

Como trabalho futuro pretendo explorar mais a influência dos altifalantes paramétricos como potenciais influenciadores do sistema percetivo humano, e a sua utilização para modelação de espaços de dimensões reduzidas. Outro dos objetivos futuros é melhorar o desenho da instalação e combater alguns problemas do processamento de *software*, assim como procurar alternativas a nível de *hardware* que me permitam ter um melhor controlo sobre o corpo dos utilizadores.

6. Referências

- Beira, J. F. (2017). *3D [Embodied] Projection Mapping and Sensing Bodies : A Study in Interactive Dance Performance*.
- Bertkay, J. (1965). *Sound Vib.* 2, 435.
- Dalager, J. (2004). *Go Inside and Greet the Light: Assessing the Visitor Experience in a Contemporary Art Exhibition*. University of Washington.
- Daniel, J. (2003). Spatial sound encoding including near field effect: Introducing distance coding filters and a viable, new ambisonic format. *In Audio Engineering Society Conference: 23rd International Conference: Signal Processing in Audio Recording and Reproduction*. Audio Engineering Society.
- Elation Professional. (2008). *DMX 101: A DMX 512 HANDBOOK*.
- Evelyn, C. H. (2016). *Robert Irwin: All the Rules Will Change*.
- Gary, F. (1992). *The Experience of a Sense of Presence in Intercultural and International Encounters* Title.
- Gowlett, J. A. (2016). *The discovery of fire by humans: a long and convoluted process*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 371.
- Grau, O. (2004). *Virtual Art: From Illusion to Immersion* (Leonardo Books).
- Jerome, L. W., & Jordan, P. J. (2007). *Psychophysiological perspective on presence: The implications of mediated environments on relationships, behavioral health and social construction*. *Psychological Services*,. 4, 75.
- Jourdain, R. (1998). *Música, Cérebro e Êxtase*. Rio de Janeiro: objetiva.
- Kubi, P. (2019). Engaging with Videogames. *Engaging with Videogames*, (September). <https://doi.org/10.1163/9781848882959>
- Loomis, J. M. (2015). Distal Attribution and Presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1(1), 113–119. <https://doi.org/10.1162/pres.1992.1.1.113>
- Mannis, J. A. (2008). *Design de difusores sonoros a partir de processo serial: adequação acustica de pequenas salas a performance e audição musical*.
- Marcuse, H. (1978). The Aesthetic Dimension: Toward a Critique of Marxist Aesthetics. In *Beacon Press*. Boston, MA:
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). *A taxonomy of mixed reality visual displays*. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*. 18(4), 1321–1329.
- Minsky, M. (1980). Telepresence. *OMNI Magazine*.
- Murray, J. (1999). Hamlet on the Holodeck: The Future of Narrative in Cyberspace. *MFS Modern Fiction Studies*, 45(2), 553–556. <https://doi.org/10.1353/mfs.1999.0029>
- Sheridan, Thomas B.; Simpson, R. W. (1979). *Toward the definition and measurement of the mental workload of transport pilots*.
- Sheridan, T. B. (2000). Interaction, imagination and immersion some research needs. *ACM*, 1–7.
- Silva, C.C., & Martins, R. A. (1996). A “Nova Teoria sobre Luz e Cores” de Isaac Newton: uma tradução comentada. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 313–327.
- Steuer, J. (1992). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73–93. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00812.x>
- Tolle, E. (1997). *The power of now: A guide to spiritual enlightenment*. New World Library.
- Vicente, N. C. (2017). *In Praise of Shadows: Study for a Light Composition in Space*. (July), 1–86. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b01186>
- Vitamin D. (2012).
- Westervelt, P. J. (1963). Parametric acoustic array. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 35(4), 535–537.
- Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). *Measuring presence in virtual environments*. 783.

<https://doi.org/10.1145/985921.985934>
Wright, J. E. (1992). *On the Nature of Musical Experience* (B. Reimer, Ed.).
Zeltzer, D. (1992). *Autonomy, Interaction, and Presence*.

7. Anexos

1. Registo Fotográfico



Figura 60 - Montagem da Instalação 7/6/2019



Figura 61 - Montagem da Instalação - 7/6/2019



Figura 62 - Montagem da Instalação - 7/6/2019



Figura 63 - Testes de interação som - 8/6/2019



Figura 64 - Testes de interação som , 2 -
8/6/2019



Figura 65 - Testes de interação Luz - 9/6/2019



Figura 66 - Testes Interação luz, 2 , 9/6/2019



Figura 67 - Instalação em execução - 10/06/2019



Figura 68 - Instalação em Execução - 10/6/2019



Figura 69 - Instalação em Execução - 10/6/2019



Figura 70 - Instalação em Execução - 10/6/2019



Figura 71 - Instalação em Execução - 10/6/2019



Figura 72 - Instalação em Execução - 10/6/2019



Figura 73 - Instalação em Execução - 10/6/2019



Figura 74 - Final do primeiro dia da instalação, utilizadores que ficaram para identificar a fonte sonora direcional